

## DIPLOMARBEIT

Revitalisierung eines alten Wasserwerks in der Slowakei  
unter Berücksichtigung **der örtlichen Bauweise und der Nachhaltigkeit**

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades  
der Diplom-Ingenieurinnen unter Leitung von

**o. Univ. Prof. DDI Wolfgang Winter**

E259 Institut für Architekturwissenschaften  
Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien,  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

# Revitalisierung eines Wasserwerkes in slowakischem Naturschutzgebiet – Fokus regionaler Tourismus und Holznutzung

von

**Katarina Kuvikova und Zuzana Skopcova**

1027608 ,1027611

Masa 781/18 05311 Smizany, Slowakei, M.Sch.Trnavskeho 9 841 01 Bratislava, Slowakei

Wien, November 2013



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

## **DIPLOMARBEIT**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

## **DIPLOMARBEIT**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## DANKSAGUNG

Für die Unterstützung unserer Diplomarbeit möchten wir folgenden Personen und Institutionen herzlich danken:

Unser wissenschaftlichen Betreuer, Herrn o. Univ. Prof. DDI Wolfgang Winter für die freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung der Diplomarbeit und für den konstruktiven und fachlichen Rat und Empfehlungen an viele interessante Projekte, die uns sehr inspiriert haben;

Dem Herrn Univ. Dozent Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Klaus Krec (Institut für Architektur und Entwerfen E253 und E253/5 Hochbau, Konstruktion und Entwerfen), der mir die nötigen Unterlagen und Hintergrundinformationen über das Programm und Problematik bei den Berechnungen zur Verfügung gestellt hat und immer sehr schnell geholfen hat;

Dem Herrn Prof. Ing. Jozef Viglasky, CSc. (Institut der Umwelttechnik an der Technischen Universität in Zvolen in der Slowakei), der uns sehr viele Unterlagen, Informationen und Erklärungen zu der Problematik der natürlichen Holz Trocknung bereitgestellt hat;

Dem Herrn. Doc. Ing. Vladimir. Slozka, PhD. (Institut für Baumechanik an der Technischen Universität in Bratislava in der Slowakei), der mit uns eine präzise statische Arbeit durchgeführt hat und hat auch viele Erfahrungen in Mathematik und Statik an uns weitergeleitet.

Unseren Freunden und Familien, die uns die ganze Zeit unterstützt und geholfen haben und uns während des ganzen Studiums stets zur Seite standen, ein ganz besonderer Dank.

## Einleitung

Themenschwerpunkte / Lösungsansätze

Schon lange befassen wir uns mit der Problematik in unserem Staat. Wir befassen uns hauptsächlich mit dem Problem, das viele Industriegebäude einfach zugemacht wurden und zurzeit leer stehen. Das nächste Problem ist es, das die Verarbeitung von Rohstoffen sehr oft nicht vor Ort gemacht wird, sondern diese exportiert wird und die Wirtschaft wird dadurch nicht unterstützt.

Es handelt sich um zwei unterschiedliche Probleme, die eigentlich sehr miteinander verbunden sind.

Mit dieser Arbeit haben wir uns zum Ziel gesetzt, an einem Beispiel zu zeigen, wie die Möglichkeiten, die sich daraus ergeben, darzustellen und wie man dieses Gebäude effektiv sanieren und wiederverwenden kann.

Im ersten Teil wird die Problematik dargestellt und eine Passende Lösung vorgestellt.

Im zweiten Teil wird zunächst die bestehende Konstruktion beurteilt und in Funktionen aufgeteilt. Danach wird entschieden, wie man es effektiv sanieren kann, welche Teile man umbauen muss und wo es eher Sinn machen würde Teile abzureißen oder zu behalten.

Da es in der Gegend von dem bestehenden Gebäude viele Wälder gibt, wollten wir in diesem Gebäude eine Verarbeitung von diesem Holz einbringen.

Mit einer natürlichen Holz Trocknung möchten wir zeigen, wie man effektiv einen sehr qualitativ hochwertigen Rohstoff gewinnen kann.

## **Abstract**

For a long time, we are engaged in a problem of our land. Especially we deal with the problem of many industrial buildings which have been closed and currently are abandoned. The next problem is that the manufacturing of raw materials is not very often processed at point, but it is exported and the domestic economy is not supported.

There are two different problems, which are connected to each other.

The goal of our work is to show on one example the abilities of how the building effective re-reconstructed and re-used can be.

In the first part of the work will be presented the problematic and a matching solution.

The second part will first assess the existing structure and divides the building into its functions. After that decision is made, how it effectively renovate can be, what parts must be rebuilt and where it would make more sense to demolish some parts or will be retained.

As much in the area of the existing building are many forests around, we wanted to give processing of wood in this building.

With a natural wood drying, we want to show how you can effectively get a very high quality of raw material.

## Das Inhaltsverzeichnis

1.	Wald und Holzindustrie in der Slowakei	12
1.1.	Allgemeine Informationen	12
1.2.	Wälder und Waldbesitz	13
1.2.1.	Die Struktur der Eigentums-und Benutzer-Beziehungen in der Forstwirtschaft	13
1.3.	Struktur der Waldflächen	14
1.3.1.	Gebiete der bewachsenen Fläche	14
1.4.	Der Heutige Bewaldungsgrad europäischer Länder	15
1.4.1.	Entwicklung der Waldfläche in der Slowakei (%)	16
1.4.2.	Vergleiche der Waldfläche ausgewählten Ländern in %	17
1.5.	Artenzusammensetzung der Wälder	18
1.5.1.	Der % Anteil der Bäume in den Wäldern der Slowakei	19
1.5.2.	Wälder Nach Vegetationszonen	20
1.5.3.	Nach der Funktion	21
1.6.	Die Holzindustrie in der Slowakei	22
1.6.1.	Sägewerk	23
1.6.2.	Zellstoff-und Papierindustrie	24
1.6.3.	Möbelproduktion	25
1.7.	Historische Entwicklung der Forstwirtschaft in der Slowakei	26
1.7.1.	Historie der Forstwirtschaft	26
1.7.2.	Bis in die Zeit von Maria Theresia	26
1.7.3.	Ab der Forstpolitik von Maria Theresia	26
1.7.4.	Seit der Gründung der Tschechoslowakei	27
1.7.5.	Bis zur Gegenwart ab 1989	27
1.8.	Waldbewirtschaftung in der Slowakei	28
1.8.1.	Nutzung der Waldressourcen	28
1.8.2.	Waldbewirtschaftung in den Regionen der Slowakei	29

1.8.3.	Struktur der Waldfläche im Bezirk Košice	30
1.8.4.	Waldbewirtschaftung in der Subregion Nationalpark Slowakisches Paradies	31
1.8.5.	Der Vergleich von Holzabbau in den Regionen	32
2.	Ökologische Bilanz der Holzprodukte	33
2.1.	CO <sub>2</sub> – Holzbau ist aktiver Klimaschutz	33
2.2.	Kohlenstoffsенke	34
2.3.	Recycling	34
2.4.	Stoffliche und energetische Nutzung von Holz	35
2.5.	Geordneter Rückbau – Abbruch	36
2.6.	CO <sub>2</sub> Bilanz über den Lebenszyklus eines Holzgebäudes	36
2.7.	Holz + Energie	37
2.8.	Bauen mit Holz macht Sinn	38
2.9.	Der Kreislauf des Holzes	39
2.10.	Vor und Nachteile bei einer technischen und natürlichen Holz Trocknung	40
3.	Holz als Baustoff	42
3.1.	Auswahl, Vorbereitung und Verarbeitung von Holz	43
3.1.1.	Massivholz	43
3.1.2.	Schnittholz	44
3.2.	Wahl des Materials	44
3.2.1.	Gute Ratschläge	45
3.3.	Holzwerkstoffe	45
4.	Die natürliche Holz Trocknung	49
4.1.	Ziel der Trocknung	49
4.2.	Holzeigenschaften	50
4.2.1.	Aufbau des Holzes	50
4.2.2.	Die Rohdichte von Holz	51
4.2.3.	Die relative Holzfeuchte	52
4.2.4.	Die Gleichgewichtsfeuchte	54
4.2.5.	Holzfeuchte im Bauwesen	54
4.3.	Der Begriff - Die natürliche Holz Trocknung	56

4.4.	Frischluft-/ Ablufttrocknung	58
4.5.	Geschichtliche Entwicklung	59
4.6.	Die natürliche Holz Trocknung (Freilufttrocknung)	60
4.6.1.	Probleme der natürlichen Holz Trocknung:	60
4.6.2.	Verformung des Holzes während der Trocknung	61
4.6.3.	Verformung der Struktur	61
4.7.	Schnittholz stapelung	62
4.7.1.	Der Stapelplatz	62
4.7.2.	Der Schnittholz stapel	63
4.7.3.	Stapelarten	64
4.7.4.	Beschleunigte Freilufttrocknung	66
4.8.	Parameter für den Prozess der natürlichen Holz Trocknung	67
4.9.	Besonderheiten der natürlichen Holz Trocknung	68
4.10.	Der Tagesablauf der Luftzirkulation im Lager	69
4.11.	Lagerplatz vom Schnittholz	70
4.11.1.	Auswahl, Aufbereitung und Verteilung vom Lagerbereich	70
4.11.2.	Berechnung der Lagergröße für eine natürliche Holz Trocknung	72
5.	Leerstehende Gebäude in Europa / in der Slowakei (Mlynky, Žilina)	74
	Warhol	74
5.1.	Werk Leerstand – ein zunehmendes Problem des slowakischen Immobilienmarktes	74
6.	Das bestehende Gebäude (Musterbeispiel Wasserwerk)	78
6.1.	Die Lage	78
6.2.	Das Wasserwerk	79
6.3.	Die Grundrisse, Schnitte und Ansichten im Bestand	80
6.4.	Die Konstruktion im Bestand	85
6.4.1.	Mauerwerk über dem Erdbereich	86
6.4.2.	Stahlbeton im Erdbereich	89
6.4.3.	Stahlbeton über dem Erdbereich	92
6.4.4.	Die Dachkonstruktion	95
6.4.5.	Die Bodenplatte	98

6.5.	Die Auswertung	101
6.7	Die Auswertung der neuen Artbauteilen	111
7	Die Analyse	112
7.7	Die Analyse der Umgebung	112
7.2	Die Analyse, Der Fragebogen	113
7.2.1	Erste Frage	113
7.2.2	Zweite Frage	113
7.2.3	Dritte Frage	113
7.2.4	Vierte Frage	114
7.2.5	Letzte Frage	114
7.3	Ergebnisse der Analyse	115
8.	Konzepte	116
8.1	Konzept der neuen Funktionen	116
8.2	Das architektonische Konzept- die zu behandelnden Gebiete	117
9.	Kapitel Entwurf	119
9.1	Lageplan – Umgebung	119
9.2	Lageplan - detailliert	120
9.3	Funktionelle Gliederungen	121
9.3.1.	Grundriss EG	121
9.3.2.	Grundriss 1. OG	123
9.3.3.	Grundriss 2. OG	125
9.3.4.	Schnitte mit Raumaufteilung	127
9.4	Schwerpunkt des Entwurfs - Die natürliche Holz Trocknung	128
9.4.1.	Die Logistik – vom Baum bis zum Endprodukt	128
9.4.2.	Die Vortrocknung im Außenbereich	133
9.4.3.	Die Lagerhalle – Berechnung und Umsetzung	135
9.4.4.	Die Aufstellung und Abmessung der Stapel	138
9.4.5.	Der Weg des Holzes – von der Anlieferung bis zum Endprodukt	139
9.5	Die Verwaltung	145
9.5.1.	Funktionsschema Verwaltung	145

9.5.2.	Grundriss Verwaltung	146
9.6	Die Ausstellung und Seminarräume	147
9.6.1.	Funktionsschema Ausstellung	
9.6.2.	Grundriss Ausstellung	148
9.6.3.	Funktionsschema Seminarräume	149
9.6.4.	Grundriss Seminarräume	150
9.7	Das Restaurant	151
9.7.1.	Speisenzubereitung	151
9.7.2.	Hygienische Bereiche	151
9.7.3.	Funktionsschema Restaurant	152
9.7.4.	Grundriss Restaurant	153
9.8	Das Konzept der neuen Konstruktionen	154
9.8.1.	Umsetzung des architektonischen Konzeptes	155
9.8.2.	Die Statische Berechnung der Skulpturen	
9.8.3.	Die Konstruktion der gebogenen Skulptur	
9.8.4.	Die Darstellung der neuen Funktionen, Vorher / Nachher Abbildungen	157
9.9	Das Energiekonzept	165
9.9.1 .	Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton	167
9.9.2.	Berechnung ohne Sonnenschutzglas; ohne Wärmerückgewinnung	168
9.9.3.	Berechnung ohne Sonnenschutzglas; mit Wärmerückgewinnung	169
9.9.4.	Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Fenster mit Luftfüllung	170
9.9.5.	Sommertauglichkeit Restaurant	171
9.9.6.	Sommertauglichkeit Eingangsbereich	174
9.9.7.	Spitzenlasten im Allgemeinen des ganzen Gebäudes im Sommerfall	176

## 1. Wald und Holzindustrie in der Slowakei

### 1.1. Allgemeine Informationen



Abbildung 1 Holzindustrie

Lagerung von Holz in den Wäldern der Slowakei steigt kontinuierlich, was außer anderen Faktoren ein Höherer Anteil von 50 bis 100 Jahre alten Wäldern beteiligt. Der durchschnittliche Bestand pro 1 Hektar beträgt 232 m<sup>3</sup>.

Wälder in der Slowakischen Republik sind teilweise in Privatbesitz, doch der Staat unterhält sich eine sehr starke Marktposition in Industriebedarf. Eine häufige Frage der Produzenten ist die Möglichkeit eine Staatliche Gewährleistung für die Zufuhr von Holz zu garantieren, aber diese Anfragen sind häufig verweigert und weiterhin wird das Holz exportiert.

Die Holzgewinnung zeichnet einen sehr aufsteigenden Trend auf. Jährliches Volumen der Produktion in der Geschichte der slowakischen Forstwirtschaft wurde im Jahr 2005 erreicht. In diesem Jahr, nach einem ungewöhnlich starken Sturm von 2004, während dem ein signifikanter Teil der Vegetation verwüstet wurde, entstand eine spezifische Situation. Anschließend kam es zu einem Zeitraum, in dem auch Holz in einem Naturschutzgebiet verarbeitet wurde. Das Bruttoinlandsprodukt der Forstwirtschaft wurde noch im Jahr 2006 davon betroffen und ist um 0,8 % gestiegen. Zunehmende Holzgewinnung erhöht den Markt und das wirtschaftliche Potenzial der Forstwirtschaft.

Beitrag der Forstwirtschaft auf die Makroökonomie der Slowakischen Republik im Jahr 20011 erreicht 0,42% des BIP, im Vergleich zu 2010, was einem Rückgang, da der Beitrag der Forstwirtschaft zum BIP in 2007 betrug 0,46%.

Die Holzindustrie in der slowakischen Wirtschaft hat immer noch einen relativ kleinen Anteil, aber in der letzten Zeit gab es einen bedeutenden Zufluss der ausländischen Investitionen in der Region. Die früheren Sägewerke wurden teilweise von ausländischen Unternehmen übernommen.

## 1.2. Wälder und Waldbesitz

Die Struktur des Waldbesitzes aus dem Register der Eigentümer und Manager des Waldes. In der Nutzung der Staatlichen Subjekte ist 55,1% der gesamten Waldfläche im Besitz 40,2%. Auf diese Struktur haben auch nicht beendete Restitution Verfahren Einfluss. Die Struktur des Waldbesitzes verändert sich noch ständig, denn bisher wurden die Anordnungen des Besitzes und der Nutzung der Wälder in Bezug auf Restitutionsgesetze nicht abgeschlossen.

Typen von Eigentum: In % der bewachsenen Fläche

Kategorie	Staatlich	Gemeinde	Privat	Gemeinschaft	Kirchlich	Landwirtschaft	Andere
Eigentum	40,2	9,7	13	25,7	3	0,2	8,2
Nutzung	55,1	8,8	7,2	26,9	1,7	0,3	-

Tabelle 1 Wälder und Waldbesitz in der Slowakei

### 1.2.1. Die Struktur der Eigentums- und Benutzer-Beziehungen in der Forstwirtschaft

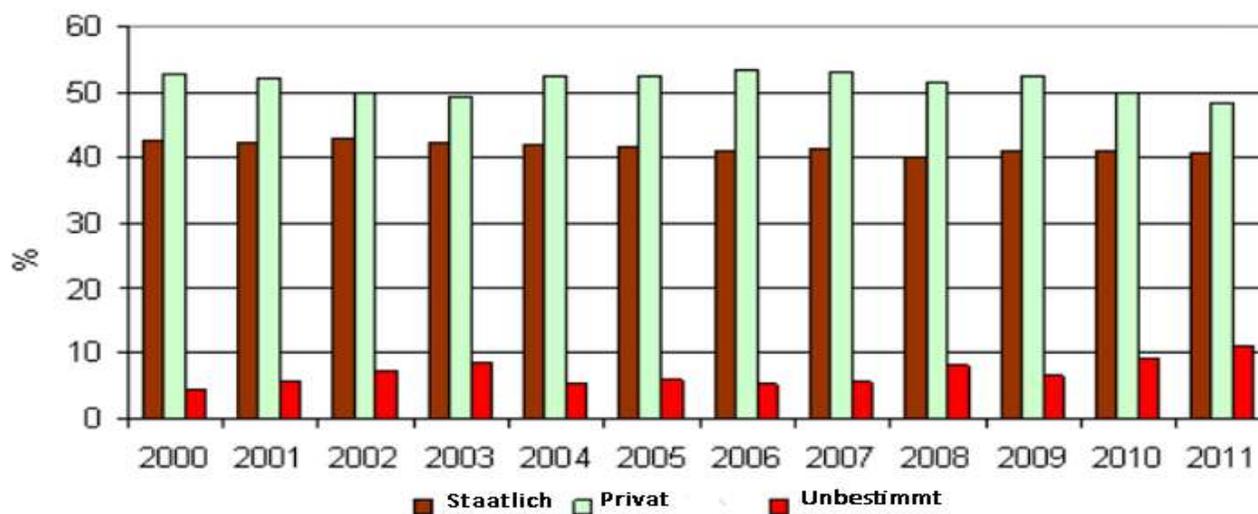


Tabelle 2 Änderungen der Struktur des Waldbesitzes in der Slowakei (%)

### 1.3.Struktur der Waldflächen

#### 1.3.1. Gebiete der bewachsenen Fläche

Die Slowakische Republik gehört zu den Ländern mit einem hohen Waldflächenanteil in Europa. Waldflächen in 2011 betragen rund 41% (2 006,6 Tsd. Hektar) der Gesamtfläche des Territoriums der Slowakischen Republik. Gegenüber 2005 bedeutet dies eine Steigerung von 834 ha, daraus kann gefolgt werden, dass es sich um eine langfristige kontinuierliche Verbesserung handelt. Seit 1950 hat es eine Zunahme der Oberfläche der bewachsenen Fläche 235 840 ha, d.h. 11,8% gegeben.



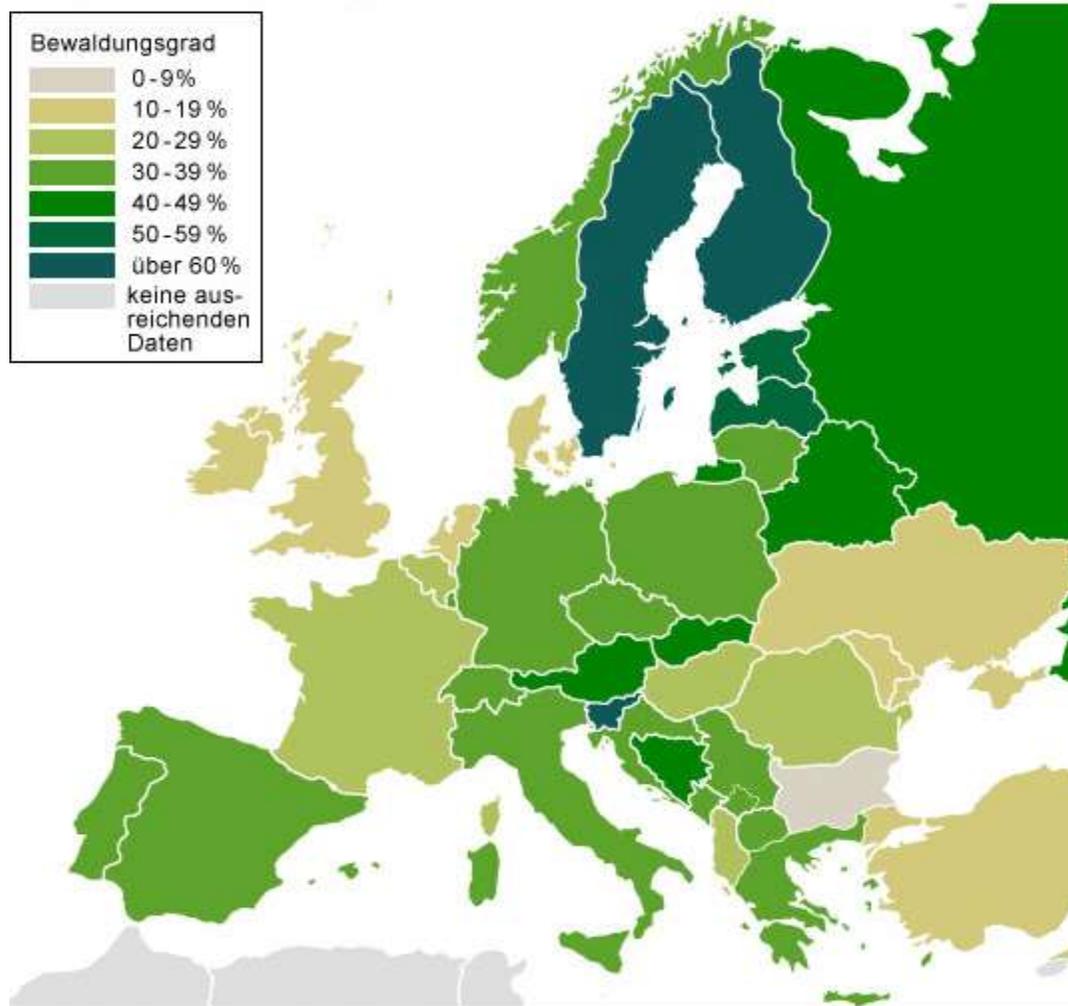
Abbildung 2 Gebiete Der Waldflächen

#### 1.4. Der Heutige Bewaldungsgrad europäischer Länder

Die EU ist einer der führenden Forstakteure der Welt. Durch den Beitritt Österreichs, Finnlands und Schwedens im Jahr 1995 verdoppelte sich ihre Waldfläche (die dadurch 113 Millionen Hektar mit einem Anteil von 87 Millionen Hektar Nutz Wald erreichte), sodass der Bewaldungsgrad von 21 % auf 31 % anstieg. Mit der Erweiterung von 2004 erhöhte sich die Waldfläche der EU-25 um 20 % auf nunmehr über 148 Millionen Hektar allein für die produktive Waldfläche und sogar auf 160 Millionen Hektar, wenn man Wälder und sonstige bewaldete Flächen zusammennimmt. Die EU-25 liegt mit ihrer forstwirtschaftlich genutzten Fläche weltweit an sechster Stelle und besitzt eine Waldfläche, die der Chinas oder Indonesiens vergleichbar ist. Die 2007 beigetretenen Länder Bulgarien und Rumänien brachten weitere rund 10 Millionen Hektar Waldfläche in die EU-27 ein. Allein die Verteilung zwischen Laubwäldern (55 % des Gesamtbestands) und Nadelwäldern (45 % des Gesamtbestands) vermittelt eine Vorstellung von der Vielfalt der ökologischen Bedingungen in den unterschiedlichen Breitengraden und Höhenlagen. Die Verschiedenartigkeit der Eigentumsformen zwischen privatem (35 %) und öffentlichem Besitz (65 %) bringt eine große Bandbreite von Optionen für die Waldbewirtschaftung und forstliche Wahl hervor.

#### Der Wald in Europa

Heutiger Bewaldungsgrad europäischer Länder



Quelle: FOREST EUROPE, UNECE und FAO (2011)

© ZEIT ONLINE

Abbildung 3 Heutiger Bewaldungsgrad europäischer Länder

#### 1.4.1. Entwicklung der Waldfläche in der Slowakei (%)

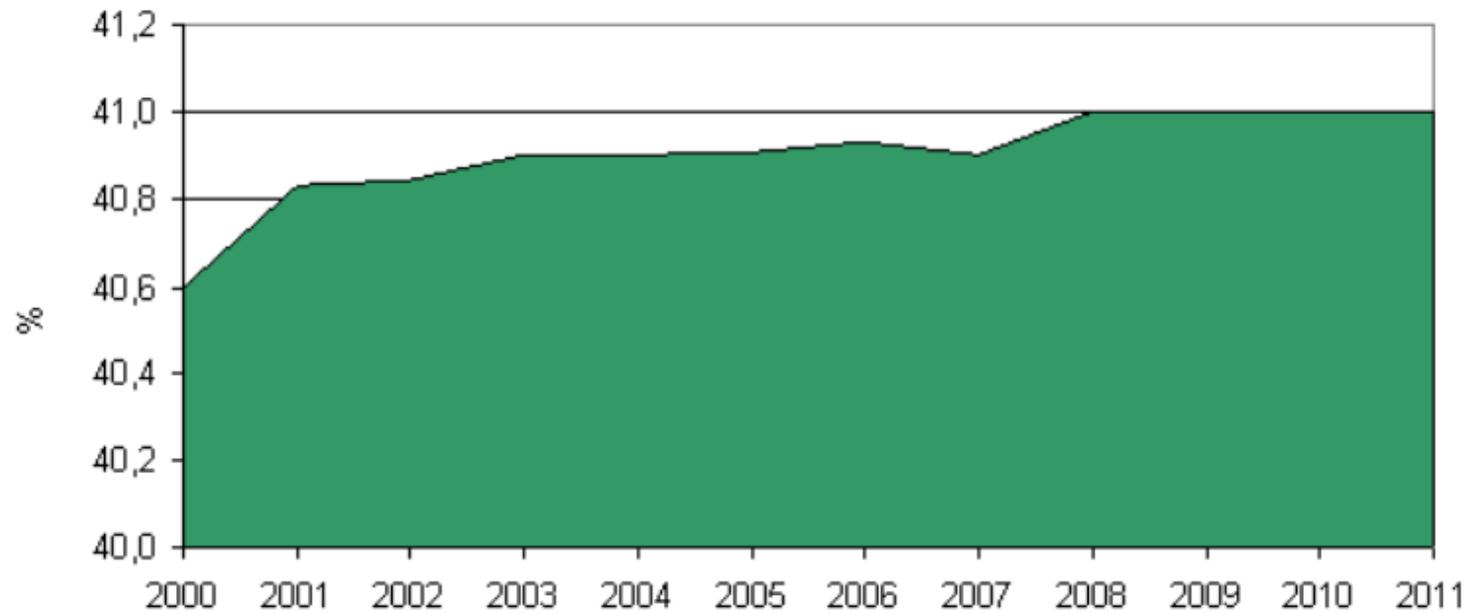


Tabelle 3 Entwicklung der Waldflächen in der Slowakei

Die Slowakische Republik gehört zu den europäischen Ländern mit der höchsten Waldfläche. Positive Tatsache ist, dass die Waldfläche in der Slowakei stabil ist. Langfristig erhöht sich jedoch die Waldfläche und Ackerland. Seit 1950 ist sie um 13,5% gestiegen, und seit 2008 um 41% des slowakischen Gebiets.

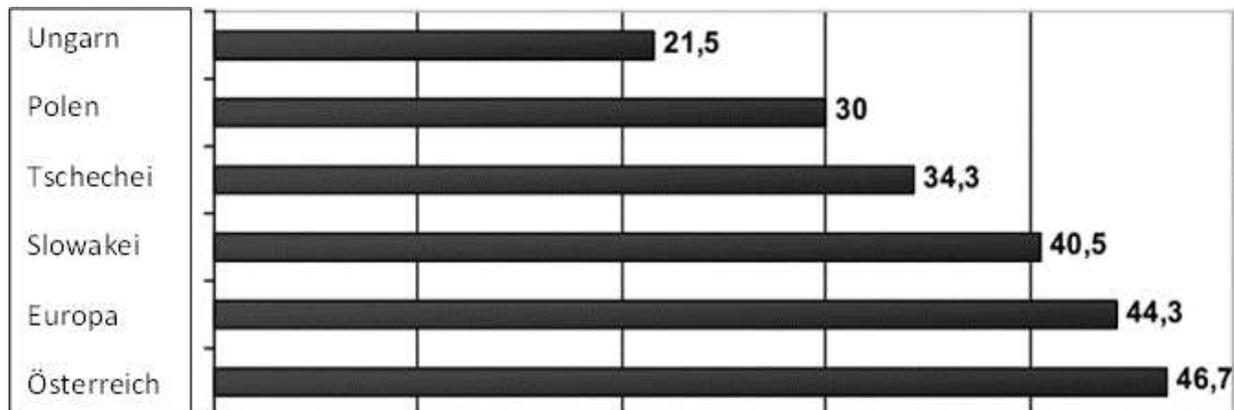
Eine detaillierte Beschreibung der Entwicklung:

Typ/Jahr (in ha)	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007	2009
Waldfläche	1 771 166	1 775 644	1 918 570	1 952 656	1 976 538	1 997 961	2 006 601	2 007 441
Bewachsene Fläche	1 763 056	1 769 012	1 826 564	1 861 642	1 921 705	1 921 705	1 932 942	1 933 591

**Tabelle 4** Beschreibung der Entwicklung

Zum Vergleich ist der Bereich der Waldfläche der ganzen Welt über 4 Milliarden Hektar. Wälder decken etwa 30% des Landes. 43 Ländern in der Welt hat 50% Waldfläche und auf der anderen Seite, 64 Länder weniger als 10%. Auf dem Territorium der Russischen Föderation, USA, Brasilien, Kanada, China und ist etwa die Hälfte aller Wälder. Waldfläche in Europa im Jahr 2005 betrug 193 Millionen Euro. ha. Seit 1990 gab es fast 7% Erhöhung. Rund 43% der europäischen Wälder wird für die Holzproduktion genutzt

#### 1.4.2. Vergleich der Waldfläche ausgewählten Ländern in %



**Tabelle 5** Vergleich der Waldfläche ausgewählten Ländern in %

## 1.5.Artenzusammensetzung der Wälder

Die Artenzusammensetzung des Waldes gibt es einen höheren Anteil der Laubbäume (59,7%), verglichen mit Nadelbäumen (40,3%).

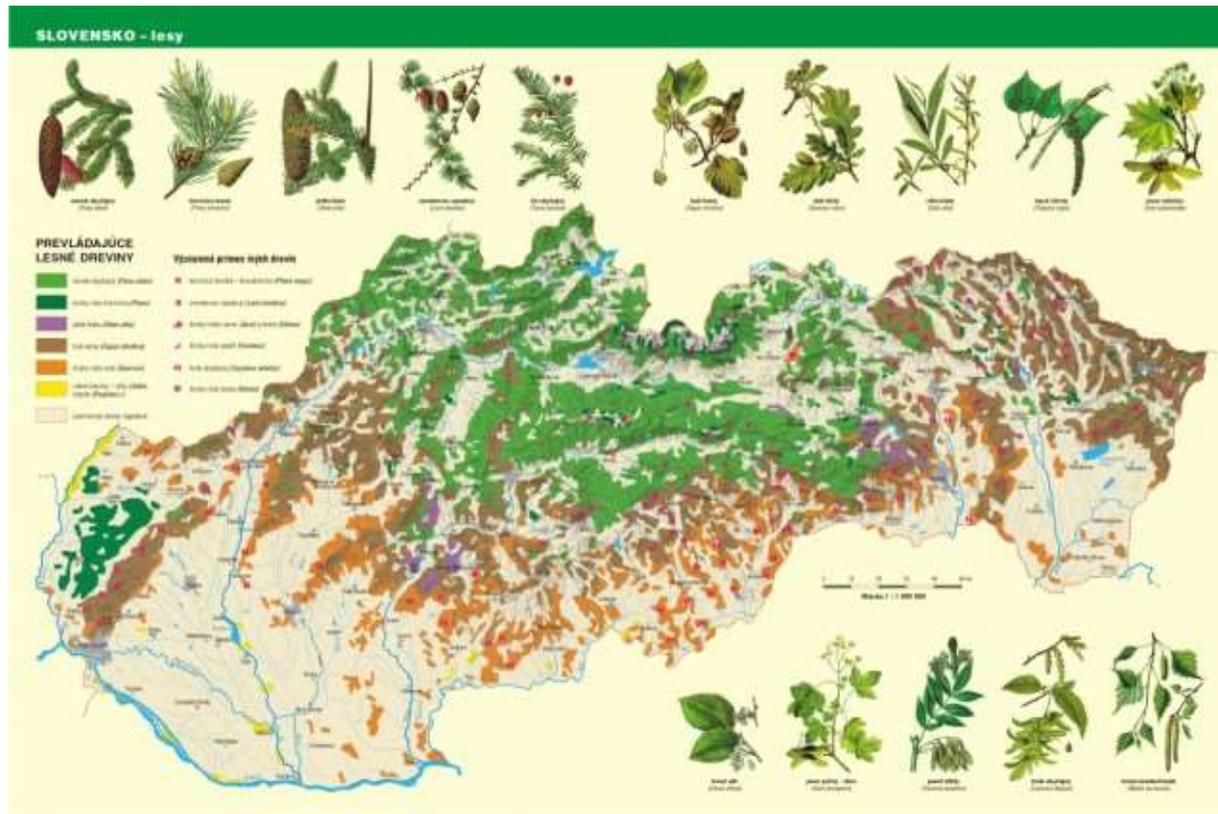


Abbildung 4 Die Artenzusammensetzung der Wälder

Der Wald setzt sich aus einer großen Anzahl einzelnen Bäumen zu einer Gemeinschaft zusammen. Basierend auf der großen Vielfalt kann man den Wald aus verschiedenen Blickwinkeln ansehen und ihn bewerten und aufteilen:

- nach Vegetationszonen
- nach der Funktion
- nach dem Alter
- nach dem Eigentum

### 1.5.1. Der % Anteil der Bäume in den Wäldern der Slowakei

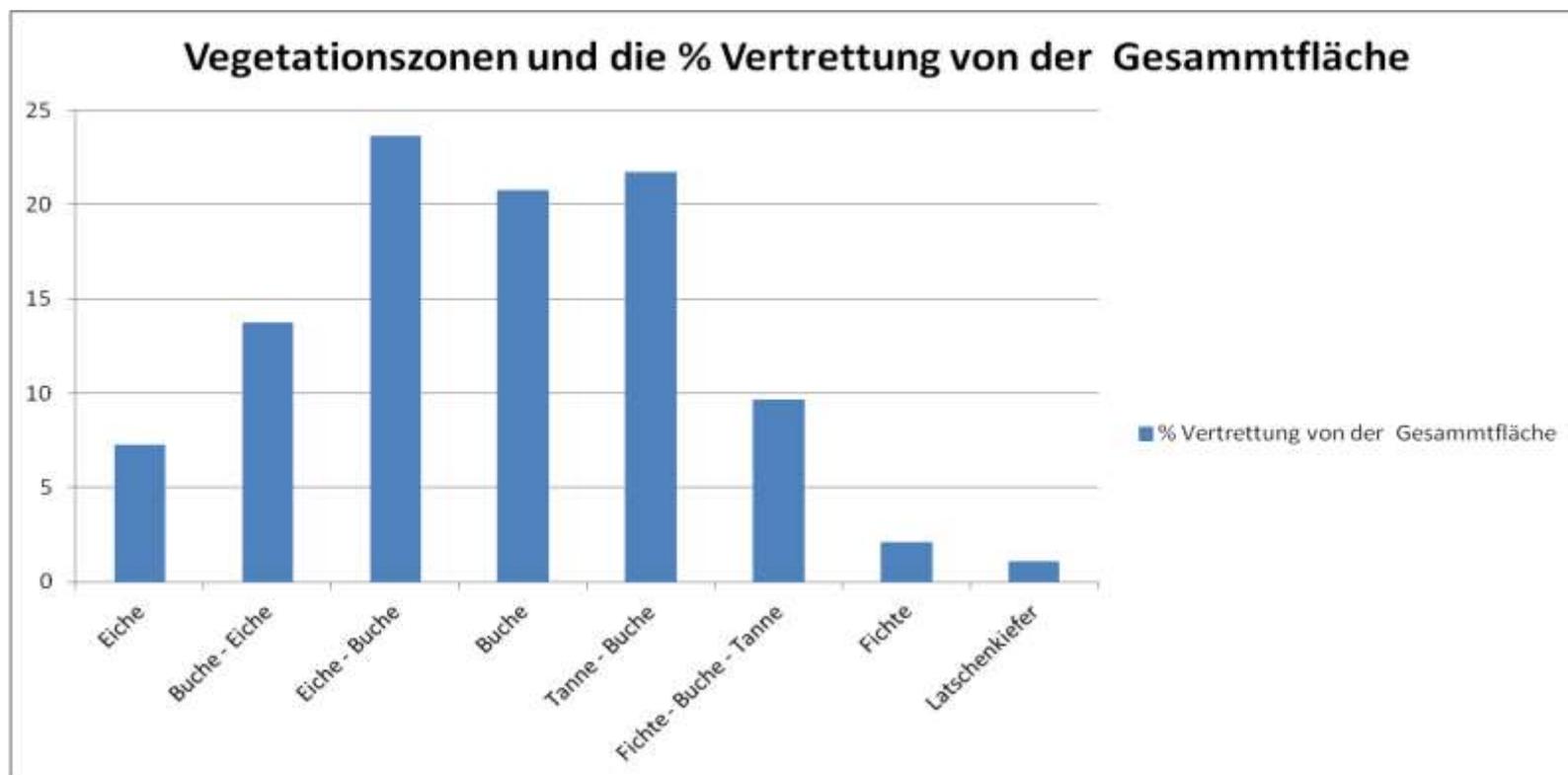


Tabelle 6 Vegetationszonen

### 1.5.2. Wälder Nach Vegetationszonen

Nach den Bedingungen, in den die Bäume wachsen, werden die Wälder in der Slowakei in acht Zonen aufgeteilt.

Vegetationszonen	Meereshöhe m	Die Höhe der jährlichen Niederschläge in mm	Vegetationszeit Tage	% Vertretung von der Gesamtfläche
Eiche	< 300	< 600	180	7,27
Buche - Eiche	200 - 500	600-700	165-180	13,74
Eiche - Buche	300 - 700	700-800	150-165	23,66
Buche	400 - 800	800-900	130-160	20,78
Tanne - Buche	500 - 1000	900-1050	110-130	21,71
Fichte - Buche - Tanne	900 - 1300	1000-1300	90-120	9,65
Fichte	1250 - 1550	1100-1600	70-100	2,13
Latschenkiefer	≥ 1500	≥ 1500	≥ 60	1,06

Tabella 7 Vegetationszonen

Vegetationszonen sind grundsätzlich Streifen der Vegetation mit bestimmten Eigenschaften, die in bestimmten Höhen als Folge des Klimawandels mit zunehmender Höhe auftreten. Diese Änderungen sind schrittweise, so dass keine scharfen Grenzen zwischen den meisten Vegetationszonen sind. Der Großteil unseres Gebietes in den untersten Lagen besteht aus Eichenwäldern, über einen relativ breiten Zwischenzone gelangt diese in die Zone Buche.

Baumartenzusammensetzung der Wälder von Košice Region hängt von der Position innerhalb der Region und auch von der Seehöhe ab. Ein überwiegender Teil der Wälder wird von Laubbäumen bedeckt, diese betragen 67,15 % der Gesamtfläche. Die größte Vertretung von Bäumen hat die Buche mit 33,24 %, die Fichte mit 19,56 % und die Eiche mit 17,12 %. Danach folgen die Hainbuche mit 9,06 % und die Tanne mit 7,89 %.

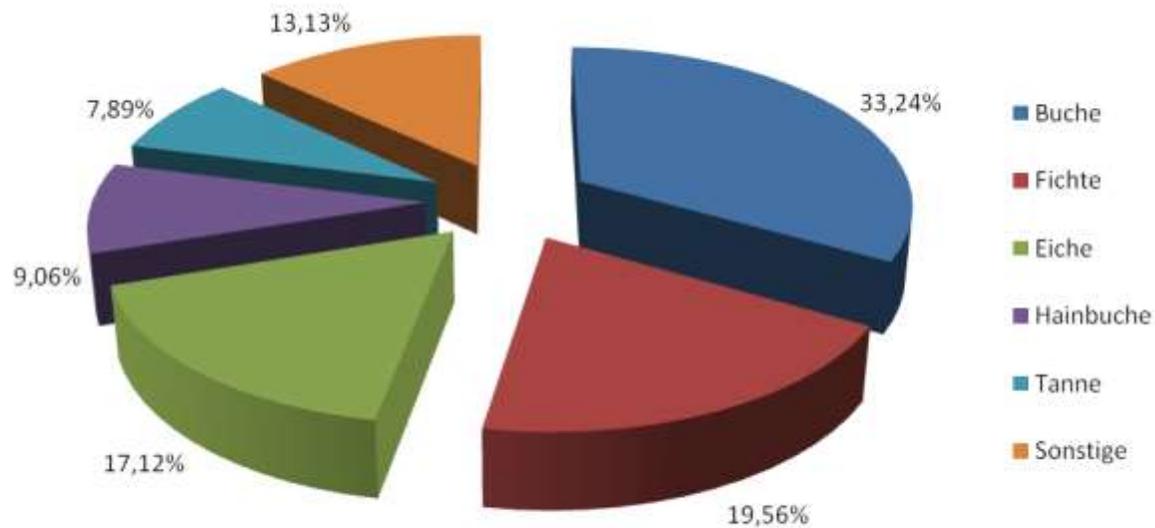


Tabelle 8 Artenzusammensetzung

### 1.5.3. Nach der Funktion

Unter Funktion des Waldes versteht man die Wirkung des Waldes, und dessen Nutzungen, welche der Wald bieten kann. Dies kann nur durch professionelle, umsichtige Verwaltung, in dem der Zustand des Waldes und die ganze Art, wie er passt sich der erforderlichen Sorgfalt und verfolgt erreicht werden.

Derzeit können wir unterscheiden zwischen drei grundlegende Funktionen des Waldes:

- Produktion - eine Produktion von Holzprodukten
- Ökologie – dabei handelt es sich um Naturschutz und Klimafunktion
- Environmental – hier geht es um die Nutzung des Waldes als ein Rekreation Gebiet

### 1.6. Die Holzindustrie in der Slowakei

Die Holzindustrie in der slowakischen Wirtschaft hat immer noch einen relativ kleinen Anteil, aber in der letzten Zeit gab es einen bedeutenden Zufluss der ausländischen Investitionen in den Regionen. Die früheren alten Sägewerke wurden teilweise von ausländischen privaten Unternehmen übernommen.

Holz verarbeitende Unternehmen können in drei Gruppen unterteilt werden:

- Sägewerk
- Zellstoff-und Papierindustrie
- Möbelproduktion

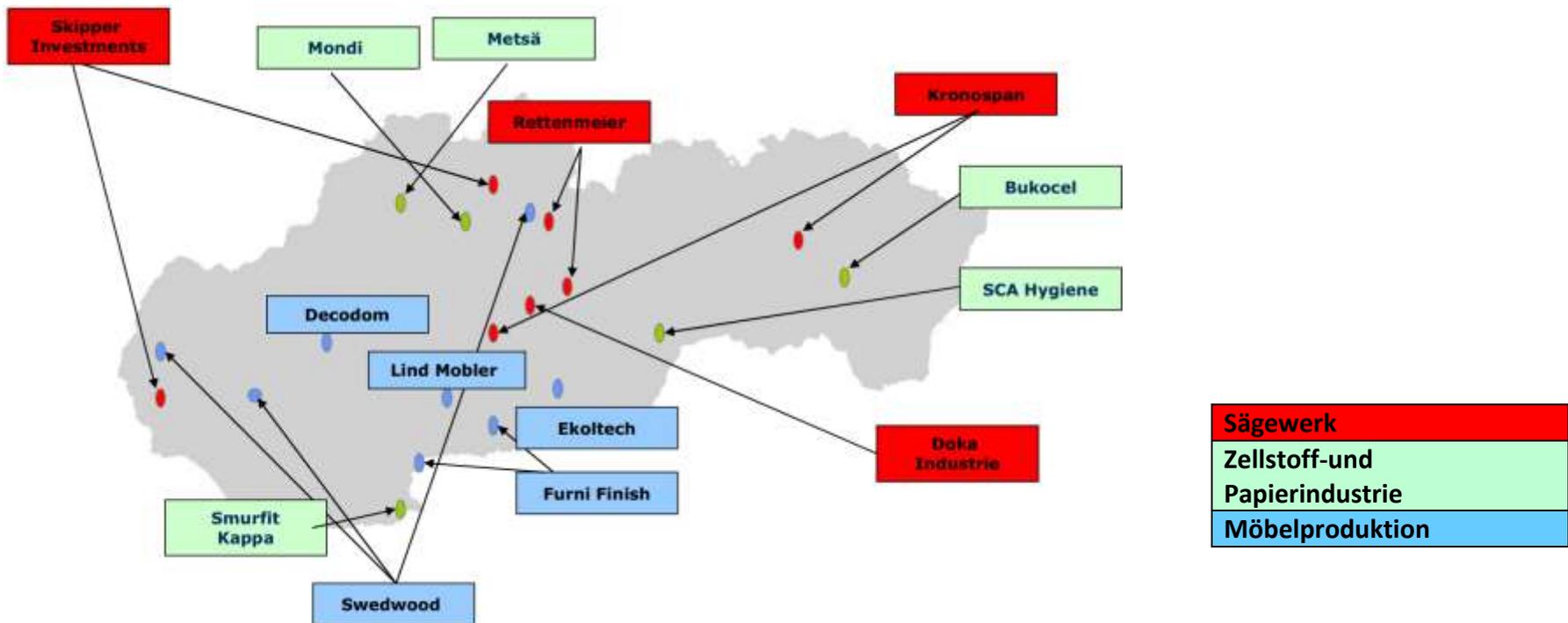


Abbildung 5 Geografische Übersicht

### 1.6.1. Sägewerk

Lokale Slowakische Sägewerke sind meist klein und benutzen eine veraltete Technologie. Aufgrund dessen, kann man das Ungleichgewicht zwischen der Menge der Holzvorräte und die Kapazität der Sägewerke nicht beobachten. Im Allgemeinen, kann man das Wachstum in diesem Sektor, vor allem auf ausländische Investitionen zurückführen. Die meisten größeren slowakischen Sägewerke wurden von ausländischen Unternehmen übernommen. Ein Beispiel ist BučinaZvolen, früher einer der führenden Verarbeiter von Holz von Laubbäumen, die von der österreichischen Kronospan gekauft wurde. Auf der anderen Seite sind SmrečinaBanskáBystrica Nadelholz-Verarbeiter, die noch in den Händen der slowakischen Eigentümer sind.

Bedeutende Unternehmen:

Kronospan	Österreich	Sägewerk und Hersteller von Bodenbelägen
Rettenmeier	Deutschland	Sägewerk und Holz Baustoffe. Es ist das einzige große Sägewerk in der Slowakei
Skipper Investment	Luxemburg	Ein Investor kaufte die Säge P.F.A. LozornoAmico Wood in OravaPodzámok und Slowenen in Hurbanovo.
SmrečinaHofatex	Slowakei	Das Unternehmen ist derzeit vor allem auf die Produktion von Dämmplatten und die Erzeugung von Energie aus Stecklingen und Resten konzentriert.
Doka Industrie	Österreich	Produziert hauptsächlich Holz Baustoffe und Brennstoff-Pellets. Investor begann im Jahr 1994 als Joint Venture mit Smrečina.
PRP VeľkýKrtíš	Slowakei	Derzeit gehört es zu den größten slowakischen Sägen.

Tabelle 9 Unternehmen - Sägewerk

### 1.6.2. Zellstoff-und Papierindustrie

Papierverbrauch in der Slowakei ist sehr hoch, mehr als 85 kg pro Kopf pro Jahr, obwohl der Inlandsverbrauch niedriger ist als die Produktion. Der Mangel an Holz ist ein zentrales Problem der Produzenten und in der Regel wird es durch Import von Holz aus der Ukraine, Ungarn und Weißrussland gelöst. Allerdings haben die Transportkosten Einfluss auf ihren Preis. Zunehmender Verbrauch hat im Allgemeinen eine positive Wirkung auf die Hersteller von Verpackungsmaterialien.

Bedeutende Unternehmen:

Mondi Business Paper SCP.	Deutschland	Die größten Zellstoff-und Papier-Produzenten in der Slowakei.
Smurfit Kappa Štúrovo	Holland	Kämpft derzeit mit einem Rückgang der Einkommen
BukocelHencovce	Slowakei	Die einzige rein slowakische Zellstofffabrik.
SHP Group	Slowakei	Konzentriert sich hauptsächlich auf dem Markt Balkan und Russland.
MetsäTissue	Finnland	Der bisherige Handelsnamen Žilina, hat das Unternehmen beträchtliche Summen in den Ausbau investiert
SCA Hygiene Products	Schweden	Das Wachstum im Volumen von Produktion, um zur Überwindung der Rückgang der Einnahmen.

Tabelle 10 Unternehmen - Zellstoff und Papierindustrie

### 1.6.3. Möbelproduktion

Möbelproduzenten in der Slowakischen Republik sind vor allem auf den Export ausgerichtet. Verkauf von Möbeln wächst immer noch, aber der heimische Markt ist relativ klein.

Bedeutende Unternehmen:

Swedwood	Schweden	Es betreibt eine Produktionsstätte in Trnava, Malacky und Závažná Poruba. Eine Tochtergesellschaft Corporation IKEA Möbel und der größte Möbelproduzent in der Slowakei.
Lind Mobler	Dänemark	Produzent von Polstermöbeln für IKEA, ist der größte Teil der Produktion für den Export bestimmt.
Furni Finish	Belgien	Es betreibt Anlagen in einem Dorf Tupá in der Großen Krtíš.
Decodom	Slowakei	Die größte ausschließlich slowakische Gesellschaft. Der Großteil der Produktion wird auf dem deutschen Markt verkauft.
Ekoltech	Slowakei	Wachsendes slowakisches Unternehmen liefert Möbel für IKEA.

Tabelle 11 Unternehmen - Möbelproduktion

## 1.7. Historische Entwicklung der Forstwirtschaft in der Slowakei



- Historie der Forstwirtschaft
- Bis in die Zeit von Maria Theresia
- Ab der Forstpolitik von Maria Theresia
- Seit der Gründung der Tschechoslowakei
- Bis zur Gegenwart ab 1989

Abbildung 6 Historische Entwicklung

### 1.7.1. Historie der Forstwirtschaft

Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Wasserwirtschaft sind abhängig von natürlicher Voraussetzung, viel mehr als andere Sektoren der Wirtschaft. Dies folgt unmittelbar aus ihrer Substanz. Diese Beziehung war stärker ausgeprägt in der Vergangenheit, als es noch kein künstliches Mittel gab, um die Fruchtbarkeit des Bodens oder züchterische Arbeit zu erhöhen. Bis zu der Entwicklung der Agrarindustrie bildeten Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Wasserwirtschaft die Grundlage der Wirtschaft in Österreich-Ungarn.

### 1.7.2. Bis in die Zeit von Maria Theresia

Die Slowakei ist ein Land mit einer langen Tradition der Forstwirtschaft. Im Mittelalter waren es praktische Kenntnisse für eine Vielzahl von Anwendungen für den Menschen. Diese wurden dann gesammelt und ergaben wissenschaftliche Erkenntnisse. Forstwirtschaft Expertise verbindet so heute theoretische und praktische Kenntnisse über Waldbewirtschaftung, angewendet wird sie in der täglichen Arbeit der Förster auf die ordnungsgemäße Verwendung des Waldreichtums.

### 1.7.3. Ab der Forstpolitik von Maria Theresia

Bis zum 15. Jahrhundert wurde Holz willkürlich abgebaut, ohne einen Weg zur Wiederherstellung der abgeholzten Orten. Das alarmierende schwindenden von Wäldern provozierte die ungarischen Könige Ausgabe der Leitung der Holzeinschlag, Aufforstung von Lichtungen, Waldbewertung, Anweisungen zur Verschärfung von Wald Schutz vor Diebstahl und Weidevieh.

Ein Meilenstein für die Regulierung der Protokollierung und anderen Aktivitäten im Wald waren die Waldverordnungen von Kaiser Maximilian II. im Jahre 1565 von der Veröffentlichung kam es zu den Anfängen der gezielten Bewirtschaftung der Wälder.

Die Forstverwaltungen entwickelten zuerst die Verwertung von Holz oder Holzernte. Skrupellose eine drastische Zerstörung der Wälder und die daraus resultierende Mangel an Holz mit dem Schutz von Wildtieren kombiniert initiierte die Gründung von Schutzmaßnahmen und Dienstleistungen. Fachwissen im Aufbau und der Wiederherstellung Wäldern begann in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts.

Insbesondere verdient die Entwicklung der Forstwirtschaft Maria Theresia. Im Jahre 1769 (die slowakische Ausgabe von 1770) erteilte sie eine Waldverordnungen mit dem Titel "Auftrag der Berge oder aufrechtzuerhalten der Wälder" sie hatte drei Hauptziele, nämlich:

- bestimmen, welche Verfahren sollte man beim Holzhacken verfolgen
- stabilisieren, wie neue Wälder wachsen können
- vorschlagen, wie man von ihnen sicher nachhaltig profitieren kann

Diese Vorschriften wurde erstmals festgeschrieben als grundlegende Prinzipie der Forstwirtschaft – Prinzip der nachhaltigen Produktion heißt jetzt nachhaltige Entwicklung.

#### **1.7.4. Seit der Gründung der Tschechoslowakei**

In der Tschechoslowakei, wessen Teil die Slowakei war, wurde ein umfassendes Forstrecht erst 1960 genehmigt. Deutlich unterschiedliche Sachverhalte waren nach dem Jahr 1945, als der Besitz vereinfacht wurde und die Nutzung der Wälder zum Staateigentum überging.

Nach dem I. Weltkrieg, wurde die Akademie für Bergbau und Forstwirtschaft nach Ungarn verschoben und in Banská Štiavnica wurde eine Höhere Forstschule gebildet. Höhere Bildung konnte nur durch das Studium an Universitäten im Ausland erzielt werden.

Die größte Entwicklung der Forstwirtschaft Ausbildung wurde nach dem Zweiten Weltkrieg aufgenommen.

#### **1.7.5. Bis zur Gegenwart ab 1989**

Nach 1989 hatte sich die Situation in der Tschechoslowakei verändert und schrittweise stellt die ursprünglichen Nichtstaatlichen Eigentümer her.

## 1.8. Waldbewirtschaftung in der Slowakei

### 1.8.1. Nutzung der Waldressourcen

Die Intensität der Protokollierung in der Slowakei (Tausend m<sup>3</sup>)

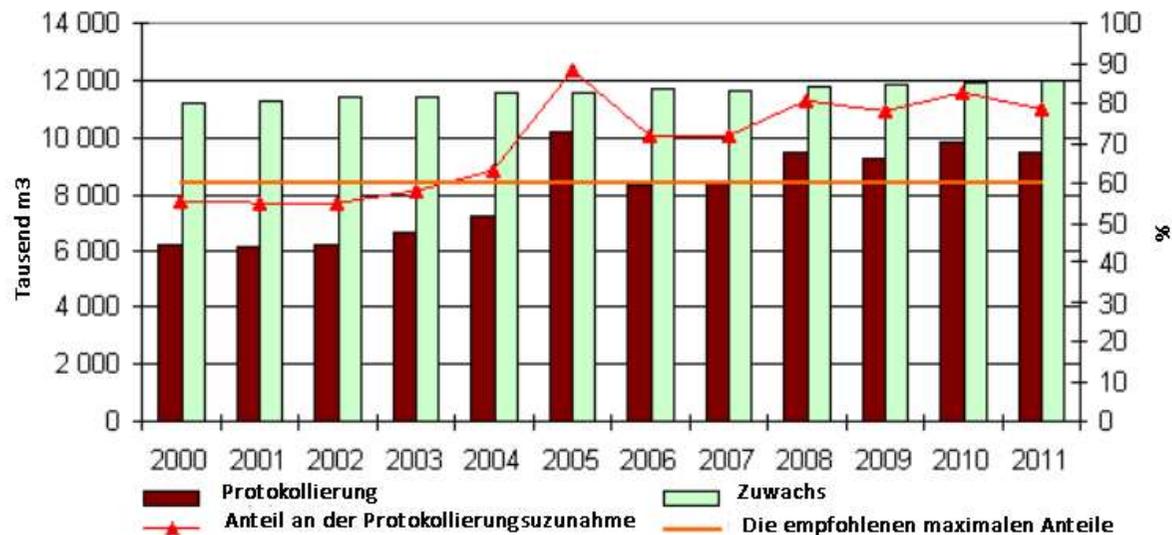


Tabelle 12 Die Intensität der Protokollierung in der Slowakei

Die Protokollierung in den Slowakischen Wäldern ist seit dem Jahr 2000 um 52,3 % gestiegen. Ihre Entwicklung wurde durch das Volumen langfristigen zufälligen Fällen beeinflusst.

In der Entwicklung des gesamten laufenden Zuwachs kann man gut diesen schrittweise Erhöhung beobachten, welche mit der aktuellen Altersstruktur und Entwicklung der Waldressourcen in der Slowakei zusammenhängt. Im Jahr 2011 waren es 12.020.000 m<sup>3</sup>.

Nutzung der Wälder, Protokollierung bzw. Verhältnis der Zunahme in der Slowakei (78,7 % zum Jahr 2011) können wir immer als nachhaltig bezeichnen, da die Protokollierung niedriger ist als der jährliche Zuwachs, sollte aber nicht mehr als 60% sein.

### 1.8.2. Waldbewirtschaftung in den Regionen der Slowakei

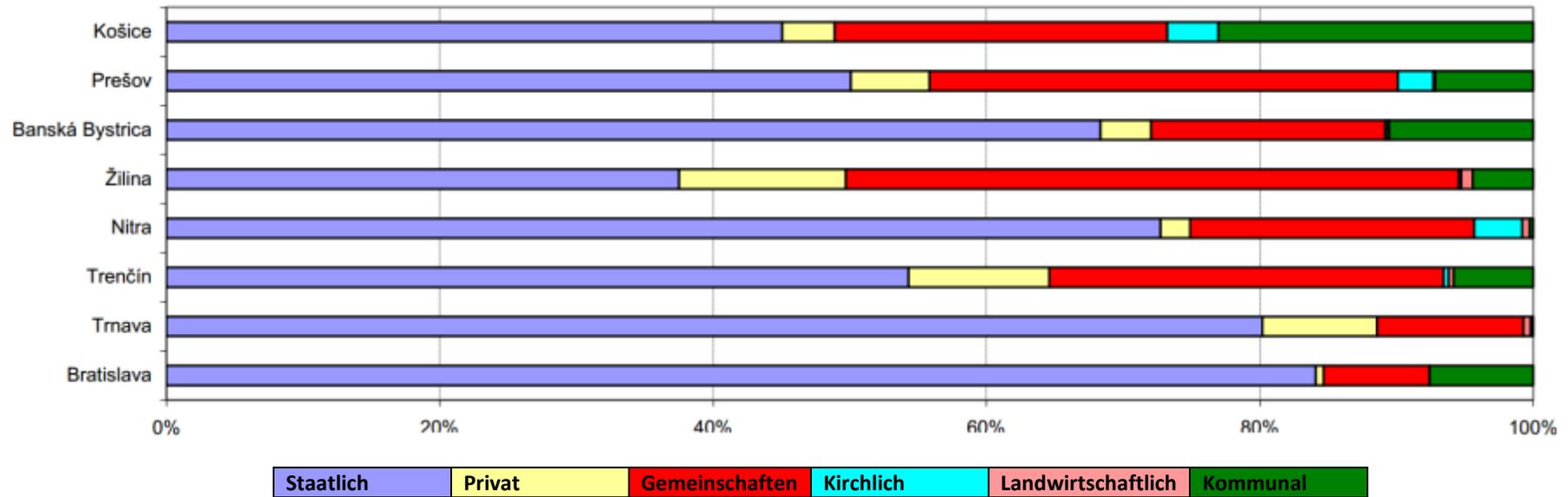


Tabelle 13 Waldbewirtschaftung in den Regionen

### 1.8.3. Struktur der Waldfläche im Bezirk Košice



Abbildung 7 Bezirk Kosice

Waldflächen in der Region Košice umfasst eine Fläche von 262 901,58 ha, was von der Gesamtfläche des Landkreises 38,94% beträgt. Waldfläche in der Region reicht von 8,54% im Bezirk Michalovce (nicht mitgerechnet Košice IV) 74,86% im Bezirk Gelnica. Mehr als 60% hat Rožňava.

Okres	Holzgewinnung					
	Gesamt			Zufällige		
	Nadelbäume	Laubbäume	Gesamt	Nadelbäume	Laubbäume	Gesamt
Gelnica	214 483	36 847	251 330	183 716	11 533	195 249
Košice I	2 651	9 930	12 581	2 245	2 907	5 152
Košice II	30	1 790	1 820	30	225	255
Košice III	0	3	3			
Košice IV	0	34	34			
Košice - okolie	51 216	256 145	307 361	38 165	91 784	129 949
Michalovce	171	14 522	14 693	39	817	856
Rožňava	225 130	64 756	289 886	210 831	18 126	228 957
Sobrance	1 817	91 834	93 651	52	1 654	1 706
Spišská Nová Ves	173 744	12 331	186 075	149 457	4 185	153 642
Trebišov	864	39 469	40 333	94	6 239	6 333
Kraj spolu	670 106	527 661	1 197 767	584 629	137 470	722 099

Tabelle 14 Waldflächen im Bezirk Košice

Für die Perspektiven der Wälder muss man diese Grundsätze einhalten:

- die Pflege der Anbauflächen von Waldflächen zu erhalten, um die wichtigsten Funktionen des Waldes zu erfüllen, die Sicherheit der Waldflächen und Eigentum,
- Beibehaltung eines günstigen Arten und Altersstruktur der Wälder
- Beseitigung des illegalen Holzeinschlags,
- Umsetzung der forstwirtschaftlichen Maßnahmen zur Holzproduktion zu gewährleisten und andere Effekte zu erzielen
- Überwachung der Gesundheit der Wälder und konkrete Maßnahmen zu ihrer Verbesserung zu nehmen,
- Bereitstellung von technischer Überwachung der Waldbewirtschaftung auf allen Formen des Eigentums,
- Verwendung von weniger wertvollem Holz für eine alternative Energiequelle

#### 1.8.4. Waldbewirtschaftung in der Subregion Nationalpark Slowakisches Paradies



Abbildung 8 Waldbewirtschaftung in der Subregion

Wälder sind der wichtigste Bestandteil der natürlichen Umwelt in der Subregion Nationalparks Slowakisches Paradies - die mehr als 90% der Fläche bedeckt.

In der Subregion gibt es einen hohen Anteil an Unternehmen im Bereich der Forstwirtschaft, Protokollierung und Verarbeitung von Holz.

**Basierend auf der Kapazität der holzverarbeitenden Unternehmen, deren Kapazitäten und Möglichkeiten im Hinblick auf die Entwicklung der Holzvorräte in der Region, im Einklang mit der ländlichen Kosice Region wird empfohlen, kleine holzverarbeitende Fabriken von lokaler Bedeutung zu etablieren, deren Produktionsleistung würde auf die Bedürfnisse der Einwohner der Gemeinde entsprechen, touristischen Einrichtungen und Tourismus.**

Die Maße der Vollendung der Verarbeitung des Holzes während der Subregion ist gering.

Der überwiegende Teil der Verarbeitung von Holz-Faser wird zur weiteren Verarbeitung außerhalb von der Region Košice und der Slowakei durchgeführt. Das Zipser gehört zu einem Gebiet mit einer hohen Konzentration von Forstindustrie Unternehmen.

Aktuelle Verarbeitungskapazität in der Umgebung der Zips ist 91 Tausend. m<sup>3</sup> erwartete Steigerung auf zu 100 Tausend. m<sup>3</sup> mit einem jährlichen Betrag von Abfällen 40,7 Tausend.t mit einer Perspektive auf 44,8 Tausend.t die aktuelle Energiebilanz betr+gt 484,0 TJ und man erwartet einen Anstieg auf 532,4 TJ.

### 1.8.5. Der Vergleich von Holzabbau in den Regionen

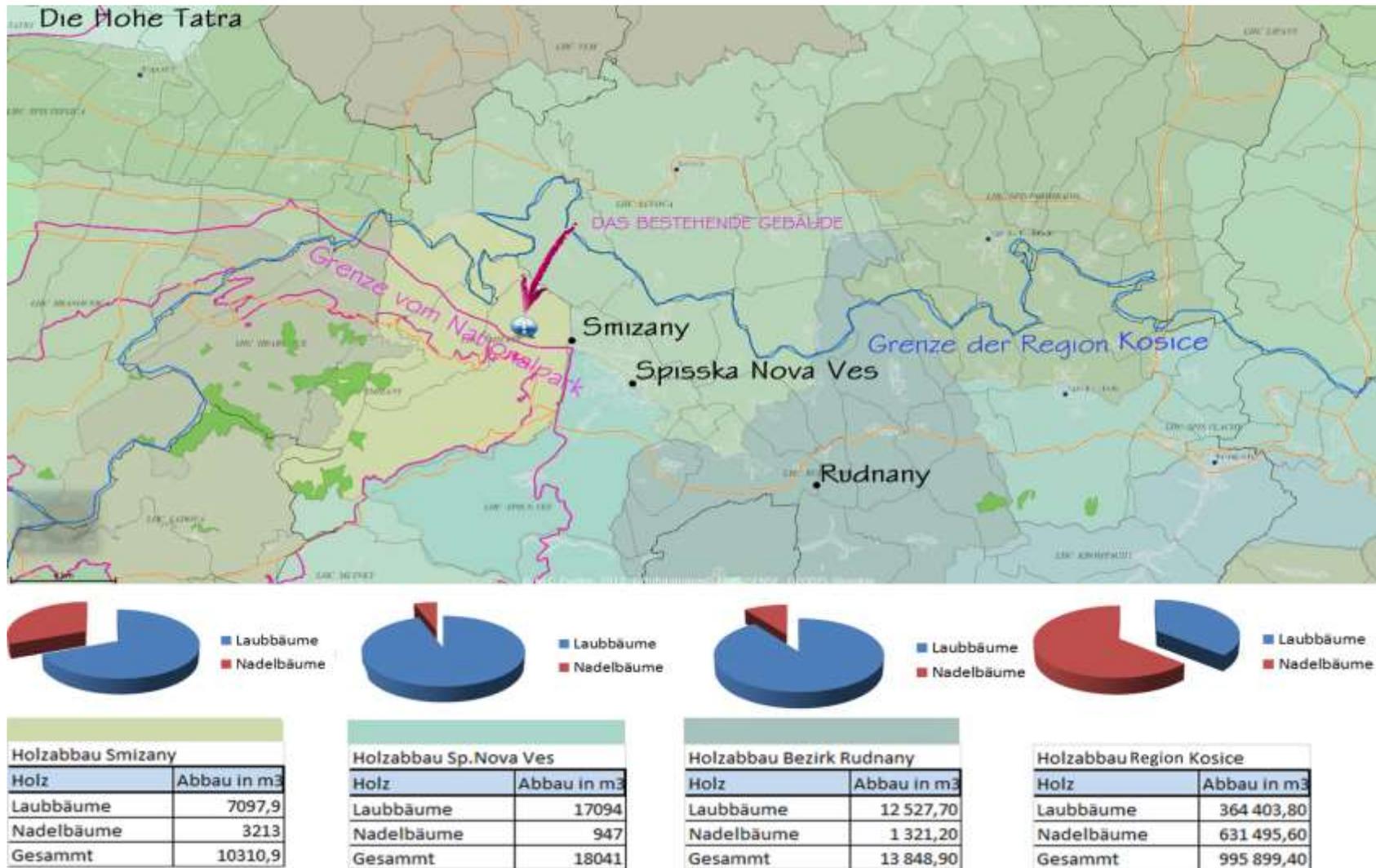


Abbildung 9 Holzabbau in den Regionen

## 2. Ökologische Bilanz der Holzprodukte

Umweltschutz und Umweltverträglichkeit bedeuten in der heutigen Zeit nachhaltige, ökologische Verantwortung gegenüber Mensch und Natur. Deshalb strebt man dazu Produkte und Produktionsverfahren konsequent nach ökologischen Kriterien ausgerichtet und ständig weiterentwickelt. Bauen mit Holz macht in jeder Hinsicht Sinn. Holz steht in unseren Breiten als natürlicher und nachhaltiger Rohstoff praktisch überall nachhaltig zur Verfügung

### 2.1. CO<sub>2</sub> – Holzbau ist aktiver Klimaschutz

In jedem m<sup>3</sup> Holz sind ca. 900 kg CO<sub>2</sub> gespeichert! Die Nutzung von Holz als nachhaltiger Rohstoff verringert den Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und wirkt damit dem Treibhauseffekt entgegen. Bäume binden Kohlendioxid und speichern es über einen langen Zeitraum als biogenen Kohlenstoff. Jeder genutzte Stamm schafft Platz für neue Bäume und vermehrt den Kohlenstoffspeicher im Holz. Ohne Holznutzung, z. B. in einem nicht genutzten Wald, wird der gespeicherte Kohlenstoff durch Zersetzung der Bäume ungenutzt wieder als CO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgegeben.

Im Zuge der Photosynthese nimmt ein Baum während seines Wachstums aus der Luft CO<sub>2</sub> und aus dem Boden Wasser und Nährstoffe auf und baut daraus das organische Material Holz auf. Während des Prozesses wird mit Hilfe von Licht das energiearme Kohlendioxid-Molekül in ein energiereiches Kohlenstoffatom und ein energiereiches Sauerstoffmolekül zerlegt. Der Sauerstoff (O) wird wieder an die Umgebung abgegeben. Der Kohlenstoff (C) hingegen dient dem organischen Aufbau des Baumes und bleibt für seine gesamte Lebensspanne gebunden.

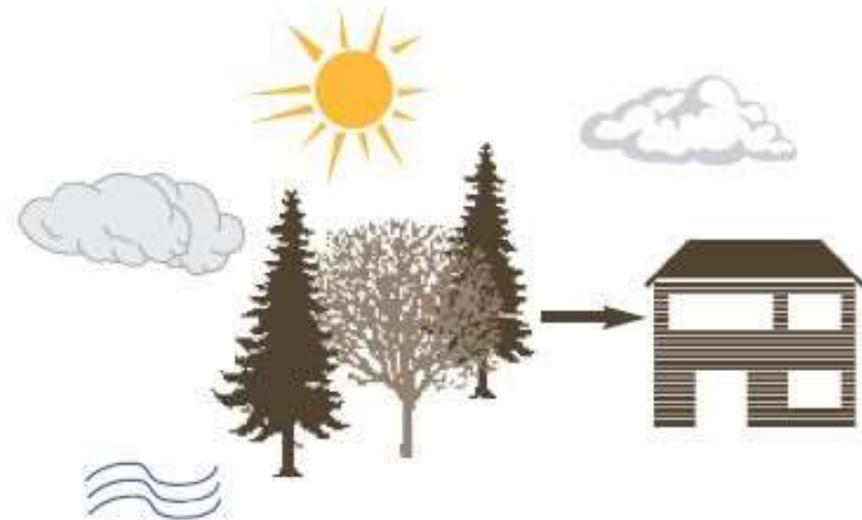


Abbildung 10 Ökologische Bilanz der Holzprodukte



Mit Hilfe von Sonnenenergie werden bei der Photosynthese aus den energiearmen, anorganischen Stoffen, hauptsächlich Kohlendioxid und Wasser, energiereiche organische Verbindungen synthetisiert. Außerdem wird Sauerstoff erzeugt, der für die meisten Lebewesen lebensnotwendig ist.

Abbildung Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.11 Photosynthese

## **2.2. Kohlenstoffsенke**

Wie bereits erwähnt, binden Bäume während ihres Wachstums große Mengen an Kohlenstoffdioxid. In Zeiten steigender CO<sub>2</sub>-Emissionen sind durch eine geregelte Forstwirtschaft gepflegte, stabile Wälder, wie sie in ganz Nord-Europa zu finden sind, einer der bedeutendsten Faktoren bei der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Sie tragen somit zu einer guten, nachhaltigen Zukunft bei. Der Kohlenstoff bildet sozusagen das Gerüst des organischen Aufbaus des Baums (Holzkörper) und bleibt für die gesamte „Lebenszeit“, die der Baum als Baum oder Baustoff hat, gebunden. Erst mit der Verbrennung oder der natürlichen Verrottung von Holz wird der Kohlenstoff wieder an die Atmosphäre freigesetzt. Somit tragen nicht nur die Wälder, sondern vor allem auch Bauwerke, Möbel oder gar Spielzeug aus Holz als Kohlenstoffspeicher zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre bei. Egal, auf welche Art und Weise ein Baum genutzt wird, der Kohlenstoff bleibt für die Lebensdauer des Produkts darin gebunden. Somit hat der vermehrte Einsatz des CO<sub>2</sub>-neutralen Rohstoffs Holz als Bau- und Konstruktionsmaterial eine bedeutende Rolle bei der notwendigen weltweiten Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und trägt wesentlich zum Klimaschutz bei.

## **2.3. Recycling**

Abfall von Holzverarbeitung wird nicht nur zur Herstellung von Papier, Cellulose und Holzbriketts verwendet. Die Möglichkeiten des Recyclings sind aber wegen der Anforderungen an die chemische Sauberkeit begrenzt. Für die Zwecke der Herstellung von Baumaterialien werden Holzabfälle nur aus der primären Verarbeitung benutzt. Bei der Protokollierung bilden hauptsächlich Äste und Blätter einen Großteil des Abfalls. Nur ein Bruchteil davon, was in der Rohstoffgewinnung, sinnvoll als Brennstoff verwendet wird.

Holz Recycling-Optionen werden hauptsächlich in den chemischen Anforderungen an die Reinheit von Altholz begrenzt. Zur Erwägung kommt also nur Holzabfall aus der Erstverarbeitung. Diese Abfälle können verwendet werden, um eine Herstellung von Zellstoff, Papier, Holzbriketts, Spanplatten oder beim Heizen. Holz kann zerkleinert werden, aber bei uns hat man noch keine Verwendung für diese Art von Abfall.

Die Materialwahl von „heute“ beeinflusst die Abfälle von „morgen“, daher ist bereits im Planungsprozess dafür zu sorgen, Materialien so einzubauen, dass diese am Lebenszyklusende leicht verfügbar sind und optimal stofflich wiederverwendet („Design für Recycling“) oder energetisch genutzt („Design für Energie“) werden können.

In diesem Zusammenhang weist die Holzbauweise einen Vorteil auf, da Holz leichter manipuliert und im Idealfall demontiert sowie als komplettes Bauteil hochwertig wiederverwendet werden kann. Bei Holz stehen ganz zum Schluss die energetische Verwertung und die daraus entstehenden Effekte der Substitution fossiler Energieträger. Die Holzbauweise weist somit ein hohes Potential zur Einsparung materieller und energetischer Ressourcen auf.

## 2.4. Stoffliche und energetische Nutzung von Holz

Für die genaue Berechnung der Menge des Materials müssen wir auch mit den Grundsätzen ihrer Messung vertraut sein. Unbehandelte Bretter werden vom Stamm bis zur Spitze schmaler, daher muss man die Länge an der Mittelachse messen. Die Dicke wird an einer beliebigen Stelle gemessen, die von der Spitze mindestens 150 mm entfernt ist. Länge wird in der kürzesten Entfernung zwischen den Fronten des Brettes gemessen. Durch die Messwerte wird durch Multiplikation das Volumen von Bauholz in m<sup>3</sup> gewonnen.

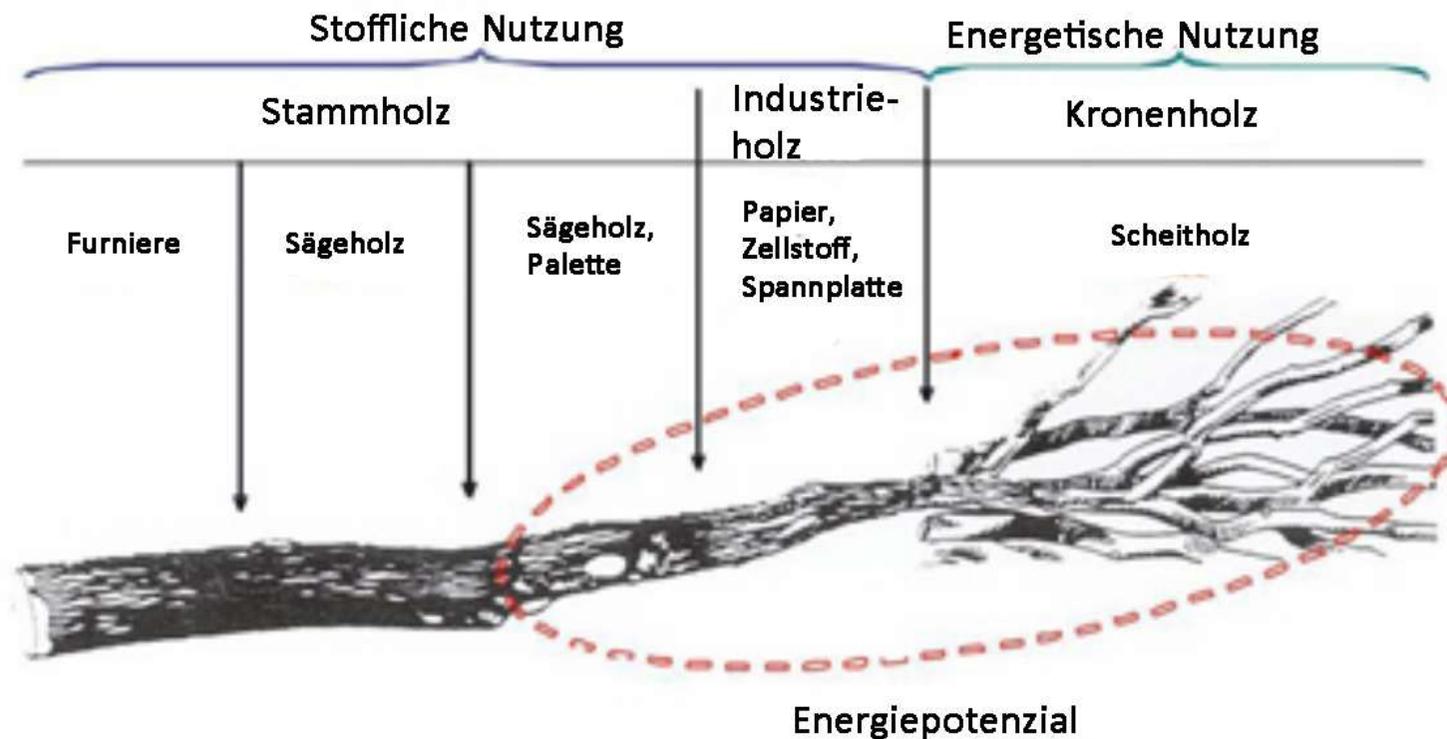


Abbildung 12 Energiepotenzial von einem Baum

## 2.5. Geordneter Rückbau – Abbruch

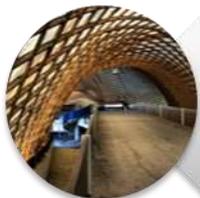
Bei der Analyse des Abfallaufkommens zeigt sich für die Szenarien verstärkter Anwendung von Holzbauweisen eine Reduzierung des Abfallaufkommens. Zudem weisen die Abfälle aus diesen ein hohes stoffliches und energetisches Verwertungspotential auf, die Verwertungseffizienz kann durch die Entwicklung verwertungsgerechter Bauweisen weiter erhöht werden. Die Materialwahl von „heute“ beeinflusst die Abfälle von „morgen“, daher ist bereits im Planungsprozess dafür zu sorgen, Materialien so einzubauen, dass diese am Lebenszyklusende leicht verfügbar sind und optimal stofflich wiederverwendet („Design für Recycling“) oder energetisch genutzt („Design für Energie“) werden können. In diesem Zusammenhang weist die Holzbauweise einen Vorteil auf, da Holz leichter manipuliert und im Idealfall demontiert sowie als komplettes Bauteil hochwertig wiederverwendet werden kann. Bei Holz stehen ganz zum Schluss die energetische Verwertung und die daraus entstehenden Effekte der Substitution fossiler Energieträger. Die Holzbauweise weist somit ein hohes Potential zur Einsparung materieller und energetischer Ressourcen auf.

## 2.6. CO2 Bilanz über den Lebenszyklus eines Holzgebäudes



### Phase 1 - Produktionskette: vom Baum zum Produkt

- Während der gesamten Produktion, welche die Ernte der Bäume, die Herstellung, Bearbeitung der Produkte (Sägen, Oberflächenbearbeitung, Zusammenbau etc.) sowie den Transport zur Baustelle und die Montage mit einschließt, ist der Energieaufwand (die sogenannte „graue Energie“) weitaus geringer als bei anderen Bauweisen.



### Phase 2 – Nutzung

- Während der Nutzung spielen der Energieverbrauch, die Wartung und Instandhaltung eines Gebäudes die wesentliche Rolle. Im Wärmeschutz liegen Holzhäuser auf höchstem Niveau. Holz beinhaltet von Natur aus luftgefüllte Zellen, wodurch Wärme und Kälte deutlich geringer geleitet werden als bei anderen Baustoffen. Im Winter dringt die Kälte nicht ein, im Sommer bleibt die Wärme draußen. Holzhäuser erreichen selbst in Standardbauweise mühelos die gesetzlich geforderten Verbrauchswerte.



### Phase 3 - Recycling

- In jedem Stück verbauten Holz ist CO<sub>2</sub> als Kohlenstoff gebunden und gelangt solange nicht in die Atmosphäre, bis das Holz im letzten Recyclingschritt thermisch verwertet wird. Ein Holzhaus, das nach der Nutzung demontiert wird, hinterlässt keinen unverwertbaren Schutt, sondern nutzbares Holz. Einzelne Bauteile oder Elemente können wiederverwendet werden, Restholz wird einer energetischen Nutzung zugeführt. Bei der Verbrennung wird nur jene Menge an CO<sub>2</sub> frei, die im Holz gebunden war. Der natürliche Kohlenstoffkreislauf schließt sich.

## 2.7. Holz + Energie

"Graue Energie" - ein Posten, der bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für viele Bau- und Werkstoffe gerne vergessen wird. "Graue Energie", das ist jener Aufwand, der für die Gewinnung, Herstellung und den Transport von Bau- und Werkstoffen entsteht. Auch in Holz steckt "Graue Energie", allerdings deutlich weniger als z.B. in Stahl, Aluminium, Ziegeln oder Beton. Warum das so ist, liegt auf der Hand: Holz wächst fast von selbst. Außer natürlich fallendem Regen und Sonnenenergie, die in sich keinen Aufwand in der Ökobilanz bedeuten, fallen keine "Aufwände" an. Die Energie für Pflege des Waldes und Holzernte ist - verglichen mit Minen, Elektrolyse, Hochöfen oder Brennwerken - vernachlässigbar gering. Und erst recht der Transport, weil die Wege für Holz in der Regel regional und damit kurz sind. Und Holz speichert den Kohlenstoff, den es dem CO<sub>2</sub> der Luft entzogen hat, für die Dauer seines Bestehens.

Quelle: proHolz Austria, Edition Holz und Klimaschutz

### CO<sub>2</sub>-Substitution

Wird Holz anstatt einem der genannten Stoffe wie z.B. Stahl, Aluminium, Ziegel oder Beton als Werk- oder Baustoff eingesetzt, fallen mit jedem Kubikmeter Holz, der einen der genannten Stoffe ersetzt oder substituiert, 1,1 Tonnen CO<sub>2</sub> für deren Herstellung schon einmal gar nicht an, weil der Anteil der „Grauen Energie“ bei Holz wesentlich geringer ist.

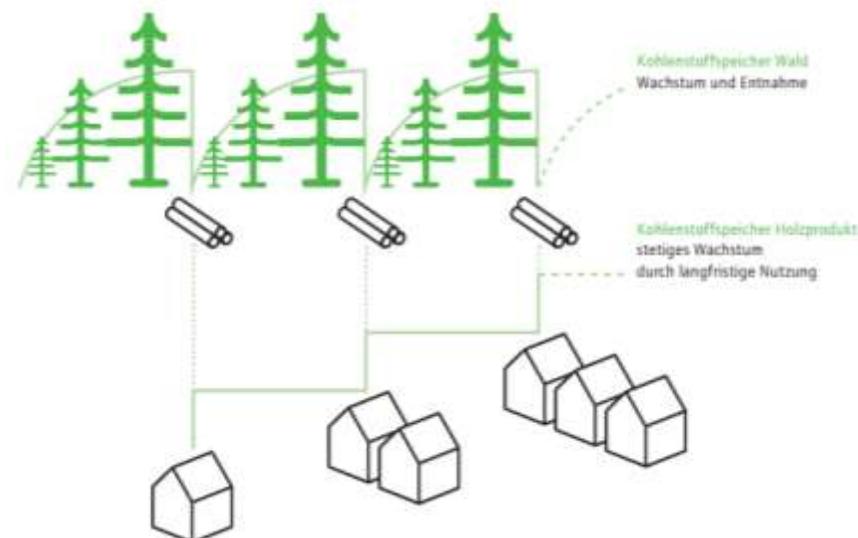


Abbildung 13 Wachstum und Entnahme

Material	Graue Energie
	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Wände</b>	
Holzrahmen, Holz-Außenverkleidung, Gipskarton	52
Holzrahmen, Klinker, Gipskarton	156
Holzrahmen, Alu-Außenverkleidung, Gipskarton	112
Metallrahmen, Klinker, Gipskarton	168
Doppelte Klinkerwand, Gipskarton	252
Zement-stabilisierte Lehmziegel	104
<b>Böden</b>	
Dielenlagerboden	81
110 mm Betonplatte	179
200 mm Betonfertigteile (T-Träger, verfüllt)	179
<b>Dächer</b>	
Holzsparren, Betonziegel, Gipskartonverkleidung	70
Holzsparren, Ziegeldeckung, Gipskartonverkleidung	75
Holzsparren, Blechdach, Gipskartonverkleidung	92

Die Häuser können mit wachsenden Bäumen in Wälder

„wachsen“, die aus Holzstoff sind, da die Holzprodukte dienen als eine Speichermasse, die ganz viele Energie langfristig absparen schaffen. Es dient sogar durch Aufbau oder Hausbetrieb. (Abbildung 13)

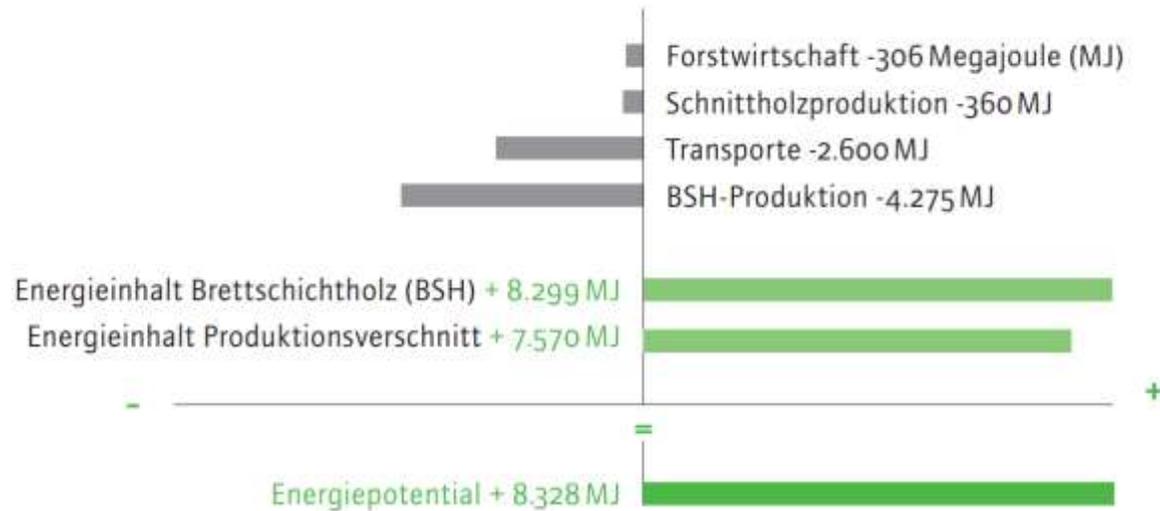
Der zur Herstellung von Holzprodukten benötigte Energieaufwand beträgt maximal die Hälfte der im Rohstoff Holz gespeicherter Energie. Mehr als die Hälfte der gespeicherten Sonnenenergie wird mit auf den weiteren Lebensweg genommen und kann nach dem Nutzungszeitraum ohne Verlust als Wärmeenergie oder Strom wieder gewonnen werden. Der Energiegehalt eines m<sup>3</sup> Brettschichtholz entspricht der Energiemenge, mit der ein Einfamilienhaus 4,5 Jahre lang beleuchtet werden kann.

Tabelle 15 Material im Vergleich mit grauer Energie

Bereits bei der Wahl der Baumaterialien kann ein ökologischer Beitrag durch die Beachtung der Grauen Energie in verschiedenen Materialien geleistet werden. Die Holzprodukte sparen wesentlich mehr Energie durch die Herstellung als andere Kunstprodukte wie Beton oder Aluminium. (Vergleich Tabelle 15)

## 2.8. Bauen mit Holz macht Sinn

Holz steht bei uns überall in Massen zur Verfügung: ein natürlicher und nachhaltiger Rohstoff, von dem kontinuierlich mehr nachwächst, als verbraucht wird z.B. in Österreich wächst alle 40 Sekunden so viel nach, dass daraus ein Holzhaus gebaut werden könnte. Untersuchungen der Universität Hamburg haben gezeigt, dass ein einziges Holzhaus bis zu 30 Tonnen CO<sub>2</sub> speichern kann. Wenn man bedenkt, dass das Klimaziel Österreichs seit 2008 bei 30 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr liegt, wird schnell klar, dass Holz der einzig nachhaltige Bau- und Werkstoff ist.



Positive Energiebilanz In Holzprodukten ist mehr Energie gespeichert, als für ihre Herstellung benötigt wird. Mehr als 50% der gespeicherten Sonnenenergie wird auf den weiteren Nutzungsweg mitgenommen und steht am Ende des Nutzungszyklus als Wärmeenergie oder Strom wieder zur Verfügung.

Abbildung 14 Energiebilanz von Holzprodukten

### Natürlicher Kreislauf

Holz ist wieder und wieder verwertbar. Anders als andere Werk- und Baustoffe ist Holz eine nachwachsende Ressource. Und sie kann auch nach ihrer ersten Nutzungsdauer weiterverwendet werden – d.h. Holzbaustoffe sind ressourcenschonende Kreislaufprodukte. Im Gegensatz zu anderen Baustoffen, die bei ihrer Entsorgung nach Nutzung fossile Energie verbrauchen, geben Holzbaustoffe die in ihnen gespeicherte Sonnenenergie CO<sub>2</sub>-neutral wieder ab.

### Vielfach-Nutzung

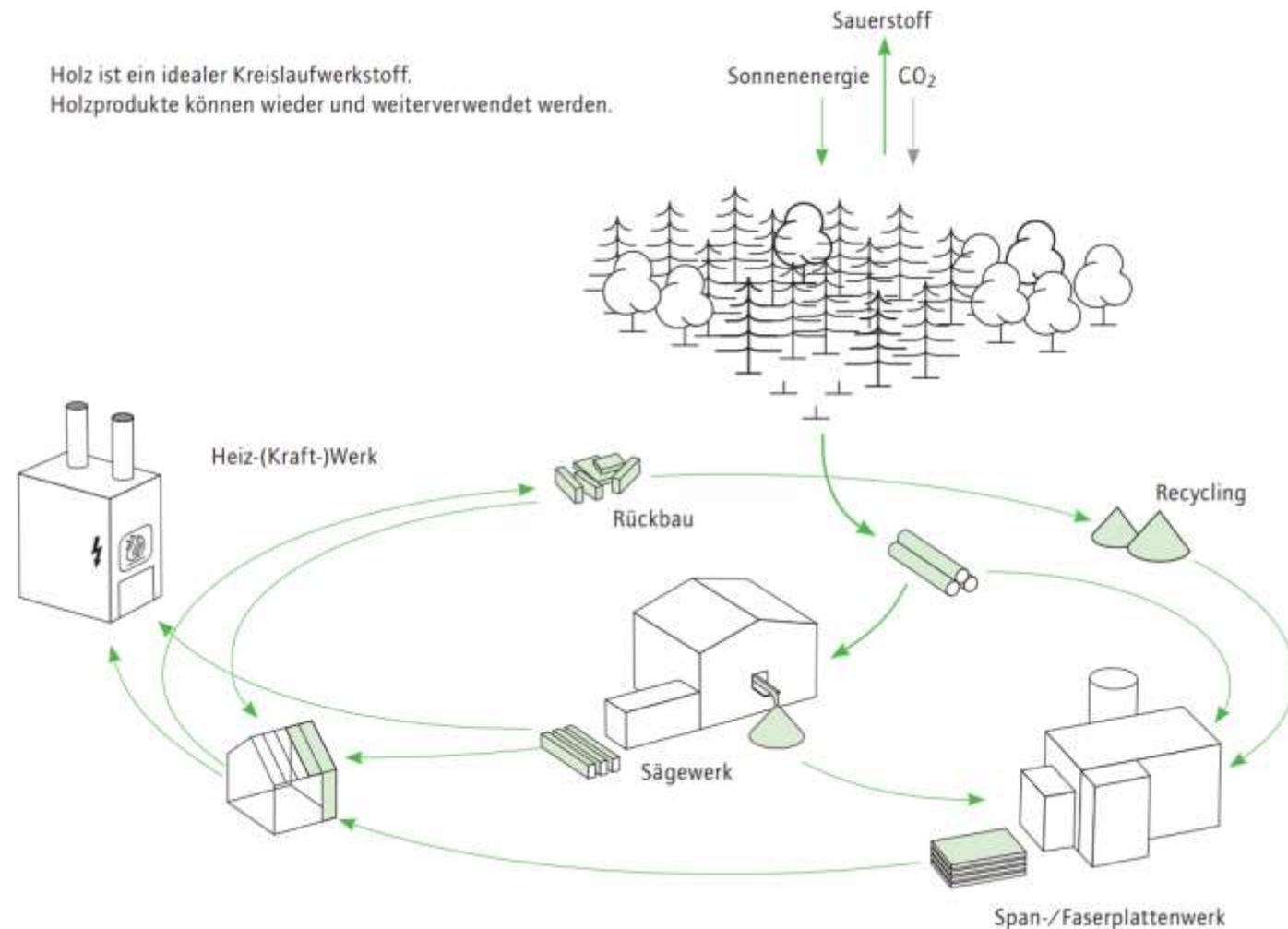
Wird Holz geerntet und z.B. zu Schnittholz verarbeitet, werden alle Teile genutzt, ohne Abfall zu erzeugen. Die Sägespäne bzw. Hackschnitzel werden

zu Papier oder Span- bzw. Faserplatten verarbeitet, das Schnittholz z.B. als Baustoff oder Werkstoff für Möbel und Gebrauchsgegenstände verwertet. Ist dieser primäre Einsatzzyklus abgeschlossen, kann aus dem rückgebauten Baustoff wiederum der Rohstoff für z.B. Span- oder Faserplatten oder für Papiere entstehen.

## 2.9. Der Kreislauf des Holzes

Holz ist ein idealer Kreislaufwerkstoff. Die Energiegewinnung aus Biomasse ist grundsätzlich CO<sub>2</sub>-neutral, da im nachwachsenden Wald ja wieder Kohlenstoff gebunden wird. Aber sie spart den Import von fossilen Brennstoffen: Sie ist schadstoffarm, die Luftqualität bleibt deutlich besser als bei der thermischen Verwertung fossiler Brennstoffe. Denn am Ende des Kreislaufs wird nur so viel CO<sub>2</sub> abgegeben, wie bei der Photosynthese zersetzt wurde.

Abbildung 15 Kreislauf des Holzes



## 2.10. Vor und Nachteile bei einer technischen und natürlichen Holz Trocknung

Vorteile der natürlichen Holz Trocknung:

- Langsame und schonende Trocknung
- Schöne Färbung
- Niedrigere Kosten durch weniger Stromverbrauch

Nachteile der natürlichen Holz Trocknung:

- Langsamerer Prozess
- Braucht großes Lager
- Es werden maximal 15% Holzfeuchte erreicht.

Vorteile der technischen Holz Trocknung:

- Man kann die Holzfeuchte nach dem Bedarf ausrichten
- Reduziert die Lagerdauer

Nachteile der Natürlichen Holz Trocknung:

- Verfärbung bei hellen Hölzern durch Wasserdampf
- Viel höherer Energiebedarf

Holzwerkstoffe

Bei Schnittholz (Kant-, Brettschnittholz) wird zwischen natürlich und technisch getrocknetem Holz unterschieden. Mit der Holz Trocknung wird die Holzfeuchtigkeit von ca. 30–80 % im sägefrischen Zustand auf 15–20 % (natürliche Holz Trocknung) bis 12 % (technische Holz Trocknung) gesenkt. Der grösste Teil der Trocknungswärme wird jedoch durch das Verbrennen von Produktionsabfällen gewonnen und ist daher in der Grauen Energie nicht enthalten. Zur Produktion von Dreischichtplatten werden drei, bei Brettschichtholz und Sperrholz mehr als drei Lagen miteinander verleimt. Die bei der Verleimung anfallenden Bindemittel verursachen rund 30 % der Grauen Energie. Alle Grauenenergiewerte in Tabelle 16 beziehen sich auf einheimische Hölzer mit

entsprechend geringen Transportdistanzen. Werden ausländische Materialien verwendet (z.B. Okume aus Gabun, Ahorn aus Kanada, Fichte aus Finnland) erhöht sich die Graue Energie um bis zu 5 MJ/kg.

Bauteil	Material	Graue Energie	
<b>Holzwerkstoffe</b>	Dreischichtplatten	7.5	MJ/kg
	Spanplatten	5.3 - 9.3	MJ/kg
	Schnittholz, technisch getrocknet	2.2 - 3.2	MJ/kg
	Schnittholz, natürlich getrocknet	1.7	MJ/kg

Tabelle 16 Material

Fazit:

In unserem Fall spricht dieser Vergleich viel mehr für die natürliche Holz Trocknung. Es sprechen mehrere Aspekte dafür. Zum einem ist es der Energieverbrauch, den man sich bei dieser Verarbeitung sparen kann und damit die Produktion auch viel Ökologischer ist, auf der anderen Seite spricht auch ein Nachteil für die natürliche Holz Trocknung und zwar wird ein großes Lager benötigt, welches bei diesem Objekt schon Bestand ist.

### 3. Holz als Baustoff

- Massivholz
- Schnittholz

Holz ist ein bewährtes und am häufigsten verwendetes Material in den Bau von Fertighäusern und Niedrig-Energie-Häusern. Höheres Umweltbewusstsein und umfangreiche wissenschaftliche Studien bringen die Menschen dazu, dass sie sich für diesen Baustoff entscheiden.

Holz ist ein nachwachsendes, leicht verfügbares Material, mit dem Menschen viele Erfahrungen auf der ganzen Welt haben. Momentan erleben Postkommunistische Länder eine große Rückkehr zu Holzkonstruktionen, wobei auch Gebäude die komplett aus Holz bestehen keine Ausnahme sind. Aus Holz lassen sich aber nicht nur Wohnhäuser fertigen, sondern auch mehrgeschossige Gewerbe- und Freizeitbauten sowie Hallen mit riesigen Spannweiten. Selbst für Brücken etc. ist Holz der leichteste Baustoff, der bei guten Wärmedämm-Eigenschaften gleichzeitig so hohe Festigkeiten aufweist, dass man ihn für tragende Teile verwenden kann. Holz ist daher in jeder Beziehung aus ökologischer und ökonomischer Sicht der Bau- und Werkstoff erster Wahl. Bauen mit Holz ermöglicht es, die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Gebäudes über alle drei Lebenszyklen gering zu halten. Sehr beliebt seit vielen Jahren sind diese in den nordischen Ländern Europas sowie in Deutschland, Österreich und der Schweiz.



Abbildung 16 Holz als Baustoff

Holz erfüllt alle strengen Bau-Kriterien, die identisch mit denen in Mauerwerk oder Beton Häuser sind. Die Produktion schafft keine schädlichen Dämpfe. Die Holzhäuser erreichen durch Holz und Isoliermaterial eine ausreichende interne Feuchtigkeitsdiffusion Durchlässigkeit der Außenwände. Das interne Umfeld ist daher sehr hygienisch mit einem gesunden Klima.

Bei Holzbauten kann man mit einem Holzskelet oder mit vorgefertigten Paneelen anfangen. Im Gegensatz zu einem Backstein-Haus, wo die Montage direkt auf der Baustelle erfolgt, werden die Paneele in Hallen hergestellt auf Mass, genau nach den Plänen.



Abbildung 17 Vorgefertigte Holzpaneele

### 3.1. Auswahl, Vorbereitung und Verarbeitung von Holz



Abbildung 18 Verarbeitung von Holz

Holz ist ein dankbares Material für verschiedene Produkte. Man sollte es gründlich kennen und es zu verstehen, damit wir wissen, wie man seine Stärken nutzen kann und die weniger akzeptablen unterdrücken. Seine Verarbeitung ist nicht zu anspruchsvoll und die Menschen, die die entsprechenden Werkzeuge in der Werkstatt und die Beziehung zu Handarbeit und heimwerkisches Geschick haben, bietet sich dieses Material direkt an. Bis wir anfangen das Material zu bearbeiten muss man das entsprechende Holz auswählen und vorbereiten.



Abbildung 19 Massivholz

#### 3.1.1. Massivholz

Das erste Problem ist möglicherweise die richtige Wahl des Materials. Wenn wir uns für ein Produkt aus Massivholz entschieden haben, müssen wir die Auswirkungen auf das Material berücksichtigen, zum Beispiel Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Druck, dynamische Kräfte, Reibung, dauerhafte Belastung... und vergleichen Sie diese mit den Anforderungen an die Eigenschaften des Produkts, zum Beispiel ästhetisches Aussehen, geringes Gewicht, Härte, Flexibilität, Stärke, Haltbarkeit.

### 3.1.2. Schnittholz

Bei Massivholz ist es das Beste, es in Form von Schnittholz zu besorgen.

Ein Sortiment von Schnittholz sind Bretter, Dielen, Latten, Streifen, Prismen und Balken. Der Unterschied liegt hauptsächlich in den Abmessungen und der Querschnittsfläche. Zur Auswahl steht Holz mit der Rinde (unbearbeitet), ohne Rinde, Schnittholz im rohen Zustand (nass, ungetrocknet) oder getrocknet (getrocknet im Trockenschrank bei der gewünschten Luftfeuchtigkeit).

Bauholz wird in Längen von 2 m bis maximal 6 m, mit Ausarbeitung, die in der Regel ca. 0,5 m länger oder kürzer verkauft wird. Verkäufer, jedoch haben kein Problem, das Material direkt beim Kauf auf die gewünschte Länge zu verkürzen. Die wichtigsten Faktoren beim Kauf von Schnittholz sind, Qualität (Störungen), Feuchtigkeit, Art der Pflanzen und der Preis



Abbildung 20 Schnittholz

### 3.2. Wahl des Materials



Abbildung 21 Holzqualität

Material für die Verarbeitung wird mit ausreichender Dicke ausgewählt. Man muss seine Qualität gut betrachten. Konzentrieren wir uns auf die Menge und Größe der Knollen, Risse, Biege- und Farbe Änderungen. Das Holz müssen wir von Rissen und den meisten Knollen befreien. Farbänderungen (z. B. Bläue bei der Fichte oder Kiefer) reduzieren die Ästhetik des Produkts.

Für einen Schreiner ist es am besten, wenn das Holz, mit dem er arbeiten wird, die Ringe, senkrecht zur Oberfläche orientiert hat. Solches Schnittholz wird radial genannt. Der Einfluss von Feuchtigkeit ist geringer und das Holz arbeitet weniger, es ist formstabiler. Tangential tritt eine Deformation von Sägeholz mehr in den Nadelbäumen auf, es kann vorkommen, dass sich eine Schicht ablöst.

### 3.2.1. Gute Ratschläge

Wenn wir aus dem Holz Möbel, oder Produkte, die für den Interieur bestimmt sind, produzieren möchten, brauchen wir eine Holzfeuchte im Bereich von 7 % bis 10 %. Für Fenster, Türen, und Bodenbelag ist eine Feuchtigkeit von 12 bis 14 % geeignet. Gartenmöbel und externe Konstruktionen benötigen Holz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 15 bis 20 %, je nachdem, ob sie sich unter dem Dach, oder im freiem befinden.

### 3.3. Holzwerkstoffe

Holz ist ein direkter, organischer Naturstoff, welcher einer der ersten Konstruktionswerkstoffe des Menschen ist. Holz als Werkstoff kommt als Massivholz in Form eines Holzwerkstoffes vor. Massivholz ist naturbelassenes oder verarbeitetes Holz, welches seine natürliche Struktur und Festigkeit behalten hat. Holzwerkstoffe sind die zusammengefügte Form von zerkleinertem Holz. Die Zusammenfügung der Holzpartikel wird mit natürlichen oder synthetischen Bindemitteln erreicht. Auch wenn Holz, als natürliches Material für sein Aussehen und Eigenschaften sehr beliebt ist, erfüllt es nicht immer unsere Erwartungen und wir müssen zu einem Material greifen, welche in manchen Hinsichten bessere Eigenschaft hat.



Abbildung 22 Stammbaum der Holzwerkstoffe

Zu den Holzwerkstoffen auf Vollholzbasis gehören:

Brettspertholz (auch als Massivholzplatten oder Leimholzplatten bezeichnet), bei dem dickere Brettlagen querverleimt werden. Brettsperthölzer können ein- oder mehrschichtig sein und werden vor allem als tragende Wand-, Dach- oder Deckenplatten verwendet. Massivholzplatten mit Dicken über 12 Zentimeter werden in der Regel als Hohlraumkonstruktionen gefertigt.



Abbildung 23 Brettstapelholz

- Brettstapelholz und andere Brettstapelkonstruktionen, bei denen der Faserverlauf der Brettlagen überwiegend gleichgerichtet ist. Die Bretter können einfach verleimt oder auch mechanisch über Nägel, Dübel oder Nut-Feder- bzw. Schwalbenschwanzsysteme verbunden sein.
- Stabspertholz, Lamelliertes Holz oder andere stabförmig verklebte Elemente aus Vollholz

Bei den Vollholzwerkstoffen haben vor allem die Güte der eingesetzten Hölzer, die Art der Verbindung, der Schichtaufbau und die Schnittrichtung Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften des Werkstoffs. So kann bspw. die Tragfähigkeit eines Schichtholzes erhöht werden, wenn Brettstapeln mit hoher Festigkeit in den Außenlagen eingesetzt werden. Die Schnittrichtung beeinflusst die Formbeständigkeit, da von ihr Spannungen innerhalb des Werkstoffs abhängig sind.

Die Einteilung von Furnierholzwerkstoffen erfolgt ebenso wie bei den Vollholzwerkstoffen primär nach dem Plattenaufbau, wobei im Falle des Furnierholzes durch die geringe Dicke der eingesetzten Elemente eine größere Variationsbreite möglich ist. Zu den Holzwerkstoffen auf Furnierholzbasis gehören:



Abbildung 24 Furniersperrholz

- Furniersperrholz (FU) - Furniersperrholz (Kurzzeichen FU), auch Furnierplatte genannt, ist ein symmetrisch aufgebauter Holzwerkstoff aus mehreren, kreuzweise verleimten Schichten von Schäl furnier.



Abbildung 25 Furnierschichtholz

- Furnierschichtholz - ist ein Holzwerkstoff, der im Holzbau eingesetzt wird. Das Furnierschichtholz besteht aus ca. 3 mm starken Schäl furnieren aus Nadelholz.



Abbildung 26 Furnierstreifenholz

- Furnierstreifenholz - Als Furnierstreifenholz wird ein Holzwerkstoff bezeichnet, der aus Schäl furnier hergestellt wird.



Abbildung 27 Biegesperrholz

- Biegesperrholz - meist dreilagig, wobei die mittlere Schicht dünner ist als die äußeren.



Abbildung 28 Spanplatten

- Spanplatten – Sie bestehen aus unterschiedlich großen beleimten Spänen, die in zumeist drei bis fünf Schichten zu Mehrschichtplatten verpresst werden.



Abbildung 29 Hartfaserplatten

- Hartfaserplatten – sie werden meist in dicken von 3 bis 5 mm hergestellt.



Abbildung 30 MDF Mitteldichte

- MDF Mitteldichte Faserplatte – zurzeit ist es ein sehr beliebtes und begehrtes Material. Es wird ohne Lackierte oder anders veränderte Oberfläche oder auch mit Oberflächenbehandlung durch Furnier und Folie verkauft.

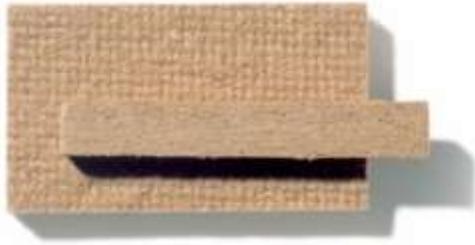


Abbildung 31 Weichfaserplatte

- Weichfaserplatte - ist eine weiche, meist leicht poröse Baumaterialplatte aus unterschiedlichen Bindemitteln (z. B. Kunststoff, Naturharz) gebundenen Holzfasern. Weichfaserplatten besitzen meist eine hohe Wärmespeicherkapazität, sind diffusionsoffen und besitzen daher feuchtigkeitsregulierende Wirkung. Sie werden vorwiegend als Dämmmaterial für Dächer, Wände (hier auch als Putzträger), Böden (z. B. zur Trittschalldämmung) und Decken verwendet. Durch Imprägnierung oder Beschichtung (z. B. mit Bitumen) kann die Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit herabgesetzt werden. Weichfaserplatten werden mit Hand- oder Tischkreissägen oder mit dem Fuchsschwanz bearbeitet.



Abbildung 32 Spanplatten zementgebunden

- Spanplatten zementgebunden: Zementgebundene Spanplatten gehören zu den Holzspanwerkstoffen und bestehen aus Holzspänen oder Pflanzenteilen und Zement, die unter Druck zu Platten verpresst werden. Zementgebundene Spanplatten werden aufgrund ihres hohen Zementgehalts und ihrer Eigenschaften zu den mineralischen Plattenwerkstoffen gezählt. Ihre Oberfläche ist glatt und zementgrau. Die Platten bestehen aus Holzspänen oder anderen pflanzlichen Teilen und Zement. Die Holzspäne wirken armierend, der Zement ist das Bindemittel (bis zu 65% Portland-Zement). Es können weitere Zusätze beigemischt werden. Die Platten werden einschichtig, mit homogenem Aufbau, oder mehrschichtig, in Verbindung mit Hartschaum oder Korkplatten produziert. Für den Innenbereich sind auch durchgefärbte zementgebundene Spanplatten erhältlich. Zementgebundene Holzspanplatten bestehen aus 63,5% Holz, 25% Zement, 10% gebundenem Wasser und 1,5% Zusatzstoffen. Holzspäne, Zement und Zusatzstoffe werden gemischt und in drei Schichten zu Platten geformt.

## 4. Die natürliche Holz Trocknung

### 4.1. Ziel der Trocknung

Schnittholz muss vor der Verwendung getrocknet werden. Die geforderte Endfeuchte ist ein Maßstab für die Trocknung. Die Endfeuchte ist eigentlich die spätere Gleichgewichtsfeuchte.

Wenn das Holz vor der Verwendung ungenügend getrocknet ist, so kann durchaus passieren, dass die Holzfeuchte sich der Gebrauchsfeuchte auch noch im eingebauten Zustand ohne Schaden anpassen kann. Im Gegensatz dazu, muss man Holz gelegentlich auch weiter heruntertrocknen, zum Beispiel, wenn Verleimung oder Lackierung geplant wird.

Die Gebrauchsfeuchte schwankt je nach Jahreszeit, Holzart, Anpassung an das verändernde Klima. Im Außenklima ist im Winter mit höherer Holzfeuchte zu rechnen als im Sommer. Wenn das Holz in beheizten Räumen steht, so trocknet es im Winter schneller. Die Verlangsamung der Feuchtespannung wird durch Oberflächenbehandlungen erzielt.

Wenn man Holz im frischen Zustand benutzt, muss man mit Nachteilen rechnen, wie zum Beispiel Maßänderungen, Rissen, Verzug durch Schwindung. Nasses Schnittholz ist ein zeitlich begrenztes Gut, denn selbst beim Transport kann es zur Verfärbung, oder Zerstörung durch Pilze kommen.

In der folgenden Tabelle wird gezeigt, welche Gebrauchsfeuchte und welches Trocknungsziel je nach der weiteren Verwendung erzielt werden soll.

Erzeugnis oder Verwendungszweck	Gebrauchsfeuchte in %	Trocknung auf %
Bauholz ohne Verleimung	13...17	<20
Schiffs und Bootsbau	16...18	10...15
Außenschalung, Balkone, Paletten	13...18	15 +/- 2
Fenster, Außentüren	12...15	13 +/- 2
Holzleimbau	12...15	12 +/- 2
Möbel, Innentüren, Fußböden	7...14	9 +/- 2
Deckentäfelung innen	6...14	8 +/- 2
Musikinstrumente	5...11	7...9 +/- 2

Tabelle 17 Gebrauchsfeuchte und Trocknungsziel

## 4.2. Holzeigenschaften

### 4.2.1. Aufbau des Holzes

Holz wird in Form von Stämmen, Ästen und Wurzeln produziert. Der Holzkörper besteht aus Millionen von Zellen unterschiedlicher Art, Form, Verteilung, Struktur und Anzahl. Die Zellen erfüllen drei Funktionen:

- Festigung
- Leitung
- Speicherung

Diese sind je nach Holzart und Holzart unterschiedlich ausgerichtet.

**Nadelholz** besteht überwiegend aus spitz zulaufenden Zellen, die zur Festigung und zugleich als Leitung von Wasser und Nährstoffen dienen.

**Laubhölzer** besitzen für die Festigung Holzfasern und für die Wasserleitung Poren.

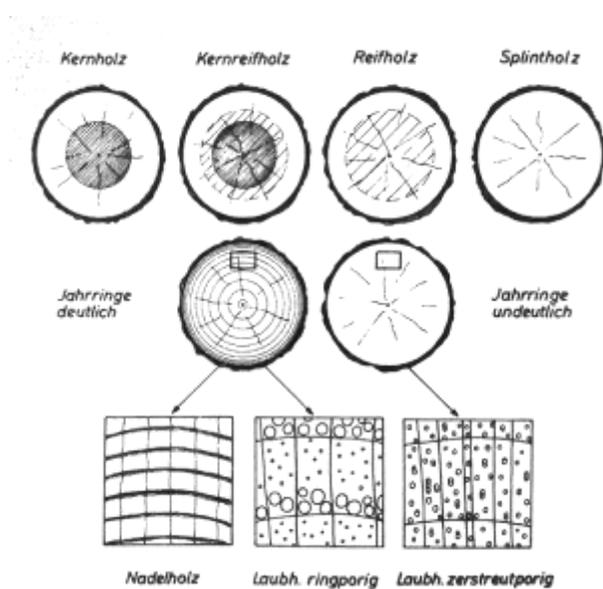


Abbildung 33 Hirnschnitte von Holz

Die Zellwände bestehen aus Zellulose. Die meisten Zellen sind nur mikroskopisch zu erkennen. Der jeweilige Zellverband ergibt durch seine Anordnung die Textur des Holzes.

Man unterscheidet die Zeichnungen im Bezug zum Stamm quer zur Faser, tangential, oder radial.

Mit bloßem Auge können Harzkanäle (Fichte, Kiefer), Holzstrahlen (Eiche, Platane), Markflächen (Erle), Parenchymfelder (Tropenhölzer) oder Poren (Eiche) erkannt werden.

Die Bäume der gemäßigten Breite wachsen nur in den Warmen Jahreszeiten. Ab Oktober gibt es kein Wachstum mehr, da ist die Jahrringgrenze erreicht. Die unterschiedlichen Arten der Verknennung und des Holzbildes ist Abhängig von den unterschiedlichen Zellarten-

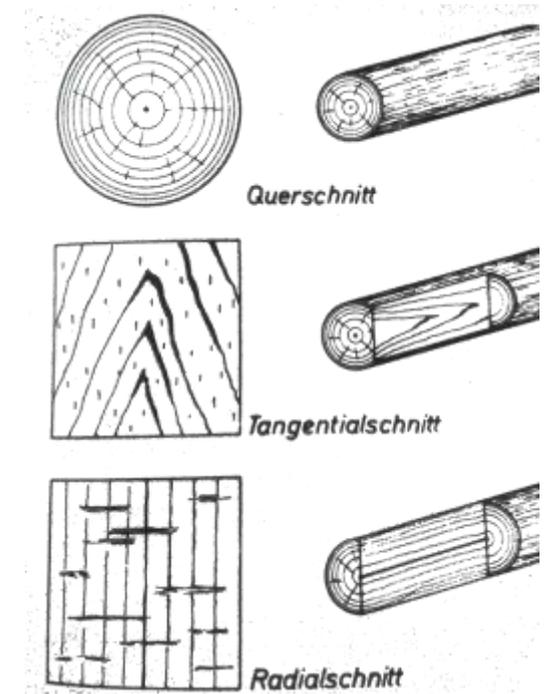


Abbildung 34 Darstellung der Schnittrichtungen

#### 4.2.2. Die Rohdichte von Holz

Für poröse Stoffe, wie Holz, ist die Rohdichte definiert als das Verhältnis der Masse zum Volumen, das neben der Zellsubstanz die wuchsbedingten Hohlräume einschließt.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{in g/cm}^3 \text{ oder kg/m}^3 \quad \text{zu beachten ist:}$$

1 g/cm<sup>3</sup> ist 1000 kg/m<sup>3</sup>

Die Rohdichte ist eine wichtige Kenngröße für die Trocknung des Holzes. Bei einer höheren Rohdichte muss das Holz umso mehr entfeuchtet werden. Je schwerer das Holz ist umso länger dauert dann die Trocknung.

Die Werte der Rohdichte liegen zwischen 0,1 und 1,3 g/cm<sup>3</sup>. Die Rohdichten sind unterschiedlich nicht nur zwischen den Arten von Holz, sondern auch innerhalb einer Art.

Die Abhängigkeit der Rohdichte von der Holzfeuchte wird in einem Graf dargestellt, dieser Beruht auf der Formel:

$$\rho_u = \rho_o * \frac{100 + u}{100 + \alpha}$$

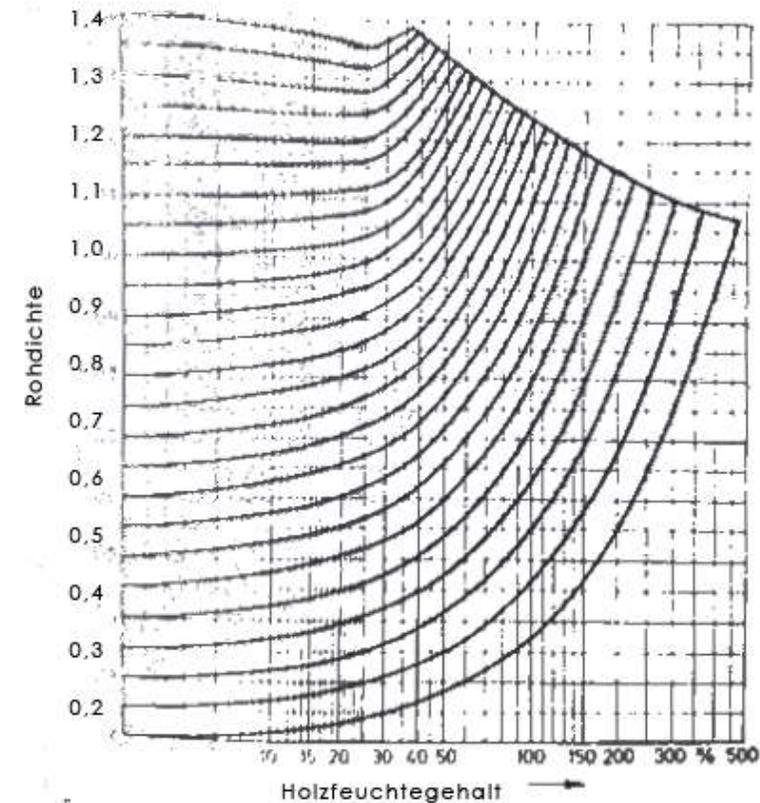


Abbildung 35 Abhängigkeit der Rohdichte von der Holzfeuchte

Beispiel: Wenn eine Holzprobe 50% Holzfeuchte und eine Rohdichte von 0,6 g/cm<sup>3</sup> besitzt, weist sie nach Trocknung auf 10 % eine Rohdichte von 0,48 g/cm<sup>3</sup> auf.

#### 4.2.3. Die relative Holzfeuchte

Die relative Holzfeuchte wird bezeichnet  $u$  definiert man als das prozentuale Verhältnis der Masse  $m_w$  des in einer Holzprobe enthaltenen Wassers zur Masse  $m_0$  der wasserfreien Holzprobe.

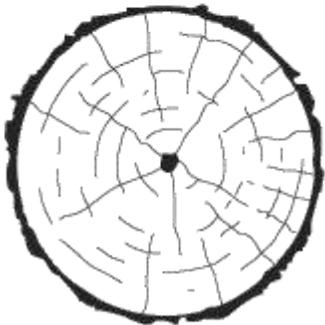
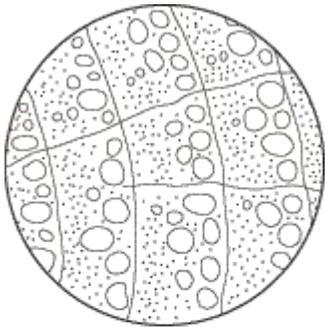


Abbildung 36 Holzfeuchte

- Holzfeuchte - Holzfeuchte ist eine Menge von Wasser, welche sich im Holz befindet.
- Absolute Feuchtigkeit - ist das Verhältnis von dem Gewicht des Wassers zum Gewicht des absolut trockenen Holzes.
- Absolute Feuchte des Holzes – Wird als Gewichtsverhältnis wie zwischen dem Gewicht des Wassers und nassen Holz ausgedrückt. Wird in % Berechnet:
- $u_a = ((m_u - m_0) / m_0) \cdot 100 \% = m_w / m_0 \cdot 100 = (22\%)$
- Bei der Holzfeuchte arbeitet man mit absoluter Feuchtigkeit (nicht mit relativer Feuchtigkeit !)
- Für relative Feuchte (beim Ausdruck benutzt als Feuchtigkeit des Brennstoffes, z.B. Hackschnittholz):
- $U_r = \{(M_u - M_0) / M_u\} \cdot 100 = \{M_w / M_u\} \cdot 100 = „11“ [\%]$
- Wo „ $M_0$ “ ist eine Trockenmasse oder vollständig trockenes Holz, „ $M_u$ “ ist das feuchte Holz, wurde vor dem Trocknen gewonnen und „ $M_w$ “ ist das Gewicht des begriffenen Wassers in dem feuchten Holz, und wenn wir das Wasser aus dem Holz während der Trocknung verdunsten lassen, so theoretisch kommen wir zum Stand des Holzes „ $M_0$ “, d.h. eine Trockenmasse nach vollständiger Trocknung!
- In der wärmetechnischen Berechnung wird auch Formell der spezifischen Feuchte verwendet:
- $U = (M_u - M_0) / M_0 = \{M_w / M_0\} [(kg) w / (kg) d]$  d.h. das Verhältnis der relativen Gewicht von Wasser auf die Bilanz von absolut trockenem Holz. Bei der absoluten Feuchtegehalt ist entsprechend dem Nenner Trockenmasse und bei der relativen Feuchte ist es eine nasse Probe, in beiden Fällen ist das Wasser ein Zähler, d.h. eine Differenz zur nassen und trockenen Probe!

Kontrolle der Richtigkeit

Kurze Erklärung, nach der man zwischen absoluter und relativer Feuchtigkeit ein Unterschied besser verstehen kann:

Kontrolle für die absolute Feuchtigkeit und relative Feuchtigkeit

die absolute Feuchtigkeit:  $U_a = \{(M_u - M_o)/M_o\} \cdot 100 = \{M_w/M_o\} \cdot 100 = „X“$  [%]

bei der absoluten Feuchtigkeit und Überlegung 100% gilt:

**$M_o = M_w$  und auch  $M_u = M_o + M_w = M_o + M_o = 2 M_o$**

**Davon auch:  $M_u = M_o + M_w = M_w + M_w = 2 M_w$**

Dann: die absolute Feuchtigkeit

**$U_a = \{(100 - 50)/50\} \cdot 100 = \{50/50\} \cdot 100 = 100$  [%]**

Für die relative Feuchtigkeit (benutzbar beim Ausdruck benutzt als Feuchtigkeit des Brennstoffes, z.B. Hackschnittholz):

$U_r = \{(M_u - M_o)/M_u\} \cdot 100 = \{M_w/M_u\} \cdot 100 = „Y“$  [%]

Relative Feuchtigkeit:  $U_r = \{(100 - 50)/100\} \cdot 100 = \{50/100\} \cdot 100 = „50“$  [%]

Theoretischer Größtwert:  $u_{max}$  wassersatt

In der Praxis die Ebenen der Holzfeuchte unterschieden: Nasse Holz, welches lange im Wasser gelagert wurde 100%, Frisch gewonnenes Holz (50 - 100%), bestimmte Hölzer wie Pappel 80%

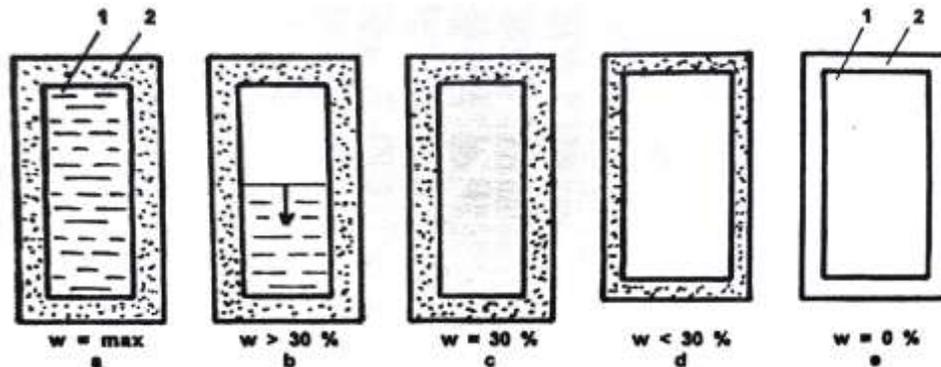
- Luftgetrocknet 15 - 20%
- Innengetrocknet 8-10%
- Absolut trocken, bei 103°C getrocknet + - 2 °C

#### 4.2.4. Die Gleichgewichtsfeuchte

Die Gleichgewichtsfeuchte  $u_{gl}$  ist derjenige Feuchtezustand, der von Holz angenommen wird, wenn dieses einem Konstanten Klima Hinreichend lange ausgesetzt wird.

Das Klima wird durch die relative Luftfeuchte und die Lufttemperatur definiert. Die drei Größen Luftfeuchte, Temperatur und Gleichgewichtsfeuchte stehen in gesetzmäßiger Beziehung zueinander. Wenn man zwei der Größen kennt, so kann die dritte festgelegt werden. Für Holz und Holzwerkstoffe muss die Gleichgewichtsfeuchte in Abhängigkeit vom umgebenden Klima experimentell ermittelt werden.

#### 4.2.5. Holzfeuchte im Bauwesen



- Der Interzellarraum ist mit Wasser gefüllt
  - Ein Teil des Wasser ist aus den Hohlräumen entfernt
  - Das ganze Wasser ist aus den Hohlräumen entfernt, das Wasser befindet sich in den Zellwänden
  - Ein Teil des Wassers wurde aus den Zellwänden entfernt, die Wände verkürzen sich
  - Das ganze Wasser ist entfernt, die Wände sind verkürzt
- Interzellarraum
  - Zellwänden, die Punkte stellen das vorhandene Wasser da

Abbildung 38  
Entfernung von  
Wasser aus  
den Zellen des  
Holzes

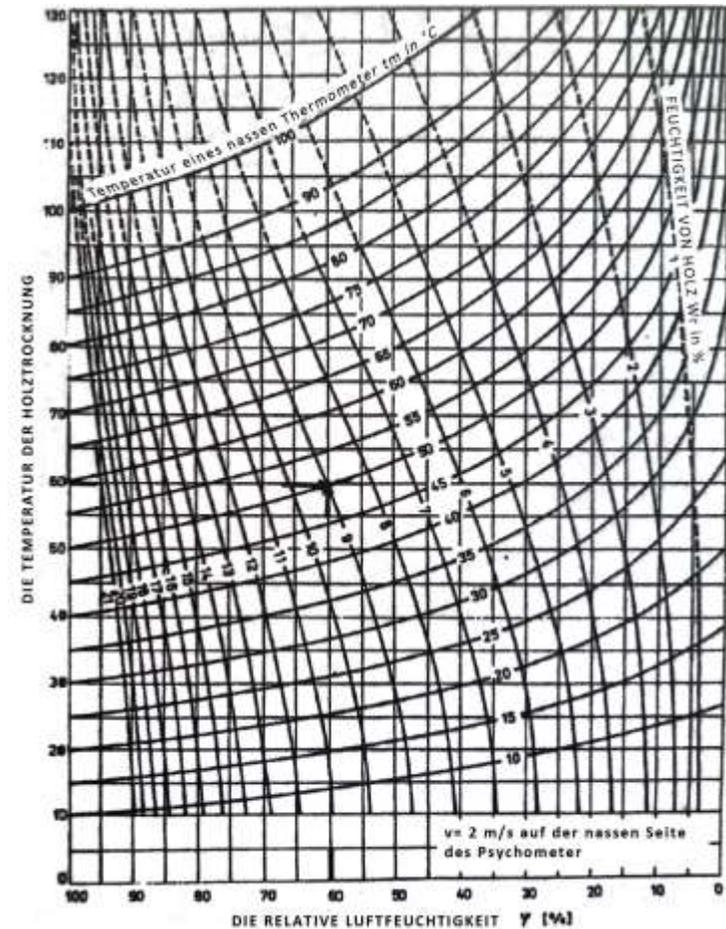


Abbildung 37 Die relative Luftfeuchtigkeit

Holzfeuchte – Feuchtigkeitsbegriffe :

- Frisch: Mittlere Holzfeuchte von über 30 % (bei Querschnitten von über 200 m<sup>2</sup> über 35%)
- Halbtrocken: mittlere Holzfeuchte von über 20 % und höchstens 30 % (bei Querschnitten von über 200 m<sup>2</sup> über 35%)
- Trocken: mittlere Holzfeuchte bis maximal 20 %

Es wird in drei Nutzungsklassen unterschieden:

- Nutzungsklasse 1: Holzfeuchte 5...15 % , meist nicht unter 12 % entsprechend einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenen Luft, die nur einige Wochen im Jahr den Wert von 65 % überschreitet.
- Nutzungsklasse 2: Holzfeuchte 10...20 % , entsprechend einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenen Luft, die nur einige Wochen im Jahr den Wert von 85 % überschreitet.
- Nutzungsklasse 3: Holzfeuchte 12...24 % , entsprechend Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten führen als in Nutzungsklasse 2 angegeben.

Fasersättigungsfeuchte  $u_F$  bedeutet, dass die Zellwände feuchtgesättigt, die Zellhohlräume jedoch frei von Feuchte sind. Je nach Holzart schwankt der Feuchtegehalt bei Fasersättigung zwischen 22 und 35 % Es wird ein häufig Mittelwert von 28 % gesetzt. Durch präzise Untersuchungen von TRENDLENBURG aus dem Jahre 1939 kann man jetzt Hölzer in folgende Gruppen einteilen:

- Farbkernhaltige Laubhölzer 22...24 % Holzfeuchte, bedingt durch die Kernstoffeinlagerung in die Zellwände
- Der Splint dieser Hölzer und Laubhölzer ohne Farbkern 32...35 % Holzfeuchte
- Nadelhölzer mit Farbkern 26...28 % bei mäßigem Harzgehalt, 22...24 % bei hohem Harzgehalt
- Nadelhölzer ohne ausgeprägten Farbkern und der Splint der farbkernhaltigen Nadelhölzer 30... 34 %

### 4.3. Der Begriff - Die natürliche Holz Trocknung

Unter natürlicher Holz Trocknung versteht man eine Art der Trocknung, bei der das Trocknungsumfeld die atmosphärische Luft ist. Die äußeren Bedingungen die von der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und der Luftströmung charakterisiert sind bilden ein Gleichgewicht, welches das Holz erreicht versucht. Holz ist ein hygroskopischer Werkstoff:

- Nasses Holz gibt Feuchtigkeit an die trockene Luft ab.
- Trockenholz nimmt Feuchtigkeit von der feuchteren Luft auf.

Die Tatsache wird bei der natürlichen und bei der technischen (künstlichen) Holz Trocknung ausgenutzt.

Im Prinzip ist die natürliche Holz Trocknung ein Verfahren der Vortrocknung, aber man für viele Verwendungsarten die Hölzer fertig trocken kann. Es gibt viele Anwendungsbereiche im Bauwesen, für die im Freien getrocknetes, luftgetrocknetes Holz eingesetzt werden kann. Unsachgemäße Lagerung kann zu Schäden führen.

Die natürliche Freilufttrocknung basiert auf dem Prinzip, dass die an der bestrahlten Erdoberfläche erwärmte Luft durch eine infolge leichter Luftdruckunterschiede ausgelöste Windströmung an das Trocknungsgut (Holzstapel) gelangt. Eine direkte Energieübertragung durch die Sonnenstrahlung ist nur auf die Randbretter des Stapels möglich und in der Regel wegen zu rascher örtlicher Abtrocknung sogar unerwünscht.

Nach Kroll (1978) sind bei einer Windgeschwindigkeit von 3m/s (50 km/h) je nach Witterungsbedingungen durch konvektive Wärmeübertragung Energiestromdichten von 15 bis 280 W/m<sup>2</sup> möglich. Je nach klimatischen Verhältnissen ist bei der Freilufttrocknung nur Endfeuchten von 12 bis 15 % erreichbar die deutlich über den Verarbeitungsvorgaben (Tabelle) liegen. Der Trocknungsverlauf hängt von den jeweiligen Witterungsbedingungen ab und ist damit nicht steuerbar und nur über eine beschränkte Zahl von Maßnahmen beeinflussbar sind:

- optimale Ausrichtung der Holzstapel auf die Hauptwindrichtung
- Schutz der Stapel vor Regen durch Abdeckung oder Lagerung in Freilufthallen

Durch die nur beschränkte technische Eingriffsmöglichkeit bei der Freilufttrocknung entsteht ein Potenzial für Trocknungsfehler wie Risse, Verfärbungen etc., die fallweise zu einem erheblichem Wertverlust führen können.

Freilufttrocknung nutzt zwar die praktisch kostenlos zur Verfügung stehende Energie der Umgebungsluft, ist aber in der Regel aus den Einschränkungen nur als Freiluftvortrocknung sinnvoll einsetzbar.

Wenn die Trocknung auftritt, ändern sich Größe und Form, die das gesamte Produkt beschädigen können. Außerdem bietet das Wasser im Holz einen Nährboden für Pilze und Schimmel, deshalb ist die Trocknung auch die erste Voraussetzung für den Schutz von Holz vor Pflanzlichen Schädlingen. Wenn wir das Holz in diesem Zustand haben, müssen wir mit der Verarbeitung warten. Wir lagern es auf einem Platz, welcher gut belüftet ist. Ideal sind Kies, Sand, Erde ohne Vegetation, Beton etc. Das Holz wird auf Profilen aus Metall, Beton, Holz gelagert, so dass die untere Schicht von mindestens 40 cm über dem Boden ist. Unten lagern wir die Größten und die längsten Hölzer, oben die kürzesten. Wir trennen die einzelnen Schichten voneinander mit schmalen Lamellen von Nadelholz (Fichte ist ideal). Die Lamellen sollten eine Dicke von mindestens 20 mm haben und sollten mindestens 50 cm voneinander entfernt sein. Wir versuchen sie vertikal übereinander zu stapeln, so dass wir die einzelnen Schichten richtig unterstützen. Auf diese Weise schaffen wir einen so genannten Käfig.



Abbildung 39 Freilufttrocknung

Es ist gut, wenn der Käfig von den Seiten und von vorne gleichmäßig ausgerichtet ist, damit das Holz gleichmäßig trocknen kann. Die oberste Schicht verdecken wir mit Blech oder Sperrholz, die Dach Ebene soll in einer leichter Neigung verlaufen, damit das Regenwasser abfließen kann.

Das Dach soll an den Seiten mindestens 20 cm überstehen. Auf keinen Fall darf der Käfig mit Folie bedeckt werden.

So gestapeltes Holz trocknet auf natürliche Weise. Je nach Jahreszeit und Monat wird es mehr oder weniger intensiv sein. Schnellste Trocknung wird zurzeit von Mai bis Oktober durchgeführt. Im Winter verringert sich die Trocknung aufs Minimum.

#### 4.4. Frischluft-/ Ablufttrocknung

Bei der Frischluft-/Ablufttrocknung wird ein Hauptteil der das Gut überströmenden Luft im Umluft Betrieb dauernd im Kreis geführt. Ein für die Erreichung der Sollwerte des Trocknungsklimas erforderlicher Zuluft Strom (Frischluft) wird mit dem Umluft Strom vermischt und als mit Wasserdampf beladener Abluftstrom aus dem Trockner ausgeschieden

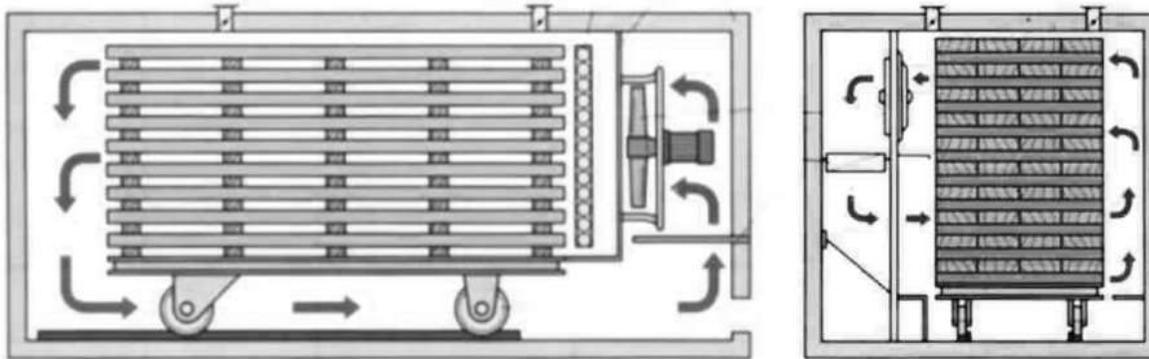


Abbildung 40 Frischluft-/ Ablufttrocknung

Feuchttemperatur: Temperatur am Feuchtthermometer eines Psychrometers zur Messung der relativen Luftfeuchte (oft auch ausgedrückt als psychometrische Differenz  $\Delta T$ , die in Abhängigkeit von der Temperatur der relativen Luftfeuchtigkeit proportional ist).

Luftgeschwindigkeit (Drehzahl Ventilatoren):

Vorgabewert /Herstellerangaben. Bei großen Trocknertiefen ist die Ventilationsrichtung nach bestimmten Zeitabständen reversierbar. Damit erfolgt eine Vergleichmässigung der Trocknungsklimas über den gesamten Trockner und somit eine Reduzierung von Holzfeuchtenunterschieden am Ende der Trocknung. Moderne Steuerungsanlagen können die Ventilator Drehzahl optimal an die jeweilige Trocknungssituation anpassen und damit den Energieverbrauch reduzieren (holzfeuchteabhängige Drehzahlregulierung).

#### Zusammenfassende Charakterisierung der Frischluft-/Ablufttrocknung:

Breites Einsatzspektrum für einen Großteil der technisch eingesetzten Holzarten sowie Holzdimensionen, mit entsprechendem Kammervolumen große Durchsatz Zahlen möglich, hohe Flexibilität in der optimalen Anpassung des Trocknungsschemas an die jeweilige Holzart und Dimension, relativ lange Trocknungszeiten und relativ hoher spezifischer Energiebedarf (da als Frischluft-/Ablufttrocknung energetisch als „offenes“ System zu betrachten). Mit entsprechenden Energierückgewinnungssystemen können im Jahresdurchschnitt etwa 15% des Energiebedarfs eingespart werden.

#### **4.5. Geschichtliche Entwicklung**

- Schon im Altertum hat man die Bedeutung der Holz Trocknung erkannt. Vor 2000 Jahren wurden bereits Anweisungen zum Stapeln und Trocknen von Holz gegeben.
- Im Mittelalter wurde das Holz an der freien Luft oder in überdachten Schuppen gestapelt und getrocknet.
- Der erfahrene Handwerker erkannte bereits sehr früh, dass diese Trocknungsweise nicht ausreichte.
- Vor ca. 200 Jahren wurde der erste geschlossene „Trockenofen“ (um kurze Trocknungszeiten zu erreichen) gebaut.
- Viele Handwerker stapelten ihr Holz kurz vor der Verarbeitung eine Zeit-lang auf Gestellen in der Werkstatt, in der Nähe oder über dem Leimofen auf.
- Der steigende Holzbedarf und die Erkenntnis, dass ungenügend getrocknetes Holz bei der Weiterverarbeitung Schäden bei den Holzwerkstoffen und auch beim Transport des Schnittholzes verursacht, führten immer mehr zum Bau von „Trocknungskammern“.
- Die Holz Trocknung ist heute eine der wichtigsten Verarbeitungsschritte bei der Erzeugung von neuen Holzwerkstoffen.

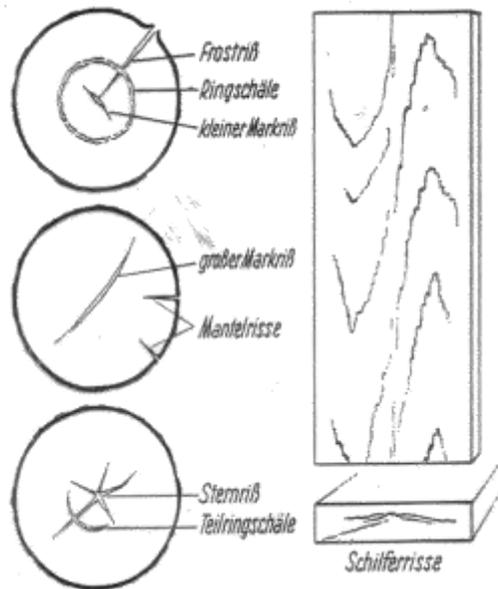
#### 4.6. Die natürliche Holz Trocknung (Freilufttrocknung)

Die Freilufttrocknung, die Sonne und Wind als natürliche Energiequelle nutzt, ist ein nichttechnisches Trocknungsverfahren. Als Freilufttrocknung bezeichnet man allgemein die Trocknung des gestapelten, waldfrischen Schnittholzes auf dem Holzplatz oder in offenen Hallen.

##### 4.6.1. Probleme der natürlichen Holz Trocknung:

- Ein Nachteil ist, das Schnittholz trocknet völlig ungesteuert in Abhängigkeit von den schwankenden örtlichen Wind- und Klimaverhältnissen. Eine geringe, indirekte Einflussmöglichkeit auf den Trocknungsverlauf bietet nur die Art und Weise der Stapelung (Stapelleistendicke, Abdeckung der Stapel etc.) und die Aufstellung bzw. Ausrichtung der Stapel auf dem Holz-Platz.
- Die erreichbare Holz ausgleichsfeuchtigkeit liegt (wegen der jahreszeitlichen Schwankung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit) zwischen 15 – 20 %. Wir sprechen von Holz ist lufttrocken.
- Abhängig vom Klima, der Jahreszeit, der Holzart, der Anfangs- und End-feuchte und der Holzdicke ergeben sich meist sehr lange Trocknungszeiten bei der Freilufttrocknung.
- Nadelhölzer und weiche Laubhölzer: 2 – 8 Monate
- Harte Laubhölzer: 1/2 – 3 Jahre
- Durch die unkontrollierte Steuerung besteht die Gefahr von Trocknungsfehlern (z.B. Risse bei starken Stapellatten und extrem trockenem Klima oder Verfärbungen bei dünnen Stapellatten und schlechter Durchlüftung an feuchten Klimamomaten) und starker Wert-minderung der Ware.
- Ein weiterer Nachteil bei der Freiluft-trocknung ist der hohe Bedarf an Lagerflächen und Lagerbeständen (gebundenes Kapital).
- Heute wird die vor allem bei schwierig zu trocknenden Hölzern (z.B. harte Laubhölzer) eine Kombination von Frischlufttrocknung (>FSB) und künstlicher Trocknung (<FSB) angewendet.

#### 4.6.2. Verformung des Holzes während der Trocknung



Beim Trocknen entsteht in der Holzmaße Spannung, welche verschiedene Arten von Deformierungen bewirkt. Die unannehmlichsten sind die frontalen Risse.

Das Wasser verdunstet am schnellsten von der Stirn des Bauholzes. Die Fläche eines Brettes trocknet, jedoch langsamer. Die entstehenden Spannungen zwischen der Stirn und Fläche verursacht Risse, die die Qualität beeinträchtigen.

Wenn man mit der Holz Trocknung in den wärmeren Monaten anfängt, so kann man die Stirn der Hölzer mit Farbe, Kleber, Pech, Paraffin, kurz gesagt, mit etwas, das die Verdunstung des Wassers verlangsamt, anstreichen. Wir müssen das Holz auch vor direkter Sonneneinstrahlung schützen. Wenn man das Holz in den Käfig noch über den Winter lagert, werden erheblich Rissbildungen begrenzt.

#### 4.6.3. Verformung der Struktur

Abbildung 41 Darstellung verschiedener Rissarten

Dazu führen Sie, dass Unterschiede in der anatomischen Struktur des Holzes. Wir können die Verformungen nicht verhindern, wir können sie nur begrenzen.

Je größer die Breite des Brettes ist, desto größere Verformung entsteht in der Regel. Die Verformung entsteht immer auf der Seite, welche näher zur Mitte des Stammes war (rechte Seite).

Bei der Stapelung der Bretter muss immer daran geachtet werden, dass die Bretter mit der rechten Seite nach oben verlegt werden.

Bei dem verarbeiten des Holzes, durch den Einfluss von ausschneiden der Fehler, abschneiden und ausrichten des Materials, treten erhebliche Verluste vom Volumen auf. Derartige Verluste verursachen Holzabfall. Je nach Form und Komplexität des Produktes können bis zu 50 % des Materials Abfälle darstellen.

Daher ist es notwendig vor der Arbeit mit dem Produkten die benötigten Abmessungen abzuschätzen und zu dem den Abfall hinzurechnen.

#### 4.7.Schnittholzstapelung

Eine fachlich richtige Holzlagerung ist die Voraussetzung für eine gute Freilufttrocknung. Hierbei sollte man vor allem auf die Anlegung des Stapelplatzes und auf eine sachgemäße Schnittholzstapelung achten.



Abbildung 42 Schnittholzstapelung

##### 4.7.1. Der Stapelplatz

Bei der Anlegung eines Stapelplatzes sind folgende Regeln zu beachten:

- Lagerplätze entwässern und geeigneten Untergrund (Schotter, Asphaltierung wäre anzustreben) wählen.
- Die Anordnung der Schnittholzstapel hängt wesentlich von den Wind- und Witterungseinflüssen (Sonne, Regen) ab und sollte möglichst optimal (kurze Trocknungszeit und geringe Trocknungsschäden) genutzt werden. Z.B. Hauptwindrichtung beachten um eine möglichst gute Durchlüftung der Stapel zu gewährleisten – Anordnung der Stapel quer oder längs zur Windrichtung je nach Platzangebot (länglicher oder quadratischer Schnittholzplatz).
- Auch bezüglich des Transportsystems (Seiten- oder Frontstapler) und der Transportwege sollte eine ideale Lösung gefunden werden. Zu großzügige Anordnung und weite Wege verteuern die Lagerhaltung.

- Der Aufbau eines Stapels (Unterkonstruktion, Lattung und Abdeckung) muss der Stapelanordnung angepasst werden. Z.B. Offene Unterkonstruktionen wählen um eine gute Durchlüftung zu ermöglichen.
- Holzarten getrennte Lagerung und saubere Lagerplätze sind eine Grundregel für eine ordnungsgemäße Lagerhaltung.

#### 4.7.2. Der Schnittholzstapel

Einige wichtige Grundregeln die man bei der Schnittholzstapelung beachten sollte:

Richtwerte für die Abstände der Stapelleisten:				
Brettdicke (mm)	24	30	75	100
Leistenabstand (cm)	60	75	100	120

Tabelle 168 Abstände der Stapelleisten

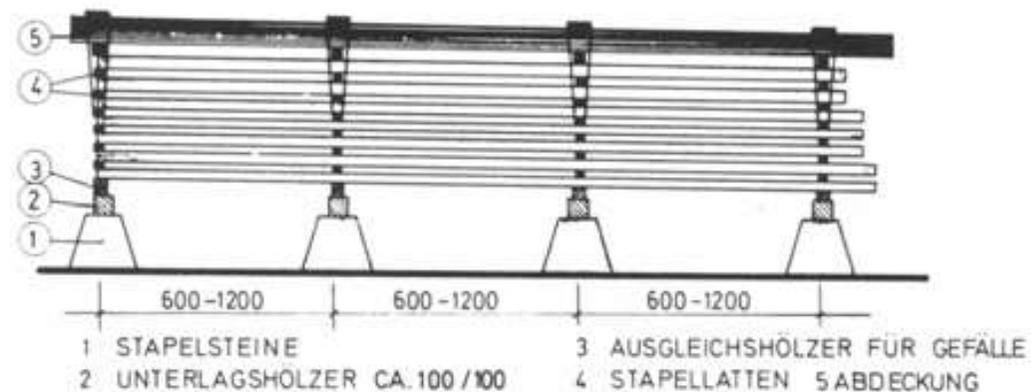


Abbildung 43 Schnittholzstapel

- Gleiche Holzarten und gleiche Dicken zusammenstapeln.
- Stapelleisten genau übereinanderlegen (Vorsicht: Durchbiegen, Verziehen führt zur Wertminderung!)
- Hirnholzenden (besonders bei wertvollen Hölzern) mit vorstehenden Leisten, Farbe, Paraffin oder Welleisen schützen. Gefahr der Rissbildung – bis zu 25 % Verluste.
- Jedes Brett (außer Blockstapelung) mit der Kernseite nach oben (hohle Seite nach unten) legen.
- Geeignete Stapelleisten verwenden. Richtige Holzart (Fichte, keine Kiefer) und Spezialstapelleisten (eingefräzte Latten oder Laonda-Lattung) verhindern die Verfärbung von besonders gefährdeten Schnitthölzern.
- Bretter von Sägespänen reinigen.
- Holzstapel durch entsprechende Abdeckung vor Witterungseinflüssen schützen.
- Geeignete Unterkonstruktionen wählen.
- Richtige Stapelleistendicke wählen um Fehler zu vermeiden. Z.B. geringe Dicke (10 mm Sparlattung) und schlechte Durchlüftung führt bei Eiche zu Verfärbungen.

### 4.7.3. Stapelarten

Die Schnittholzstapelart ist abhängig von der Stapelmaschine, die problemlos mit Gabelstaplern transportiert werden können und eine hohe Platzausnutzung ermöglichen.

Die Breite der Stapel liegt zwischen 1 und 2 m, seltener darüber. Sie wird bestimmt durch den optimalen Luftweg durch den Stapel in der Trockenanlage und meist die Transportkapazität eines Gabelstaplers (Transport- und Hebeeinrichtungen).

Die Höhe der Stapel wird durch Anforderungen an die Standsicherheit bzw. durch die Querdruckfestigkeit der Hölzer in den unteren Lagen begrenzt. Die Höhe des Stapels darf nicht die Breite 3:1 überschreiten.

Je nach Einschnittart, Holzart und Brettlänge unterscheiden wir folgende Stapelarten:

- Blockstapel
- Kastenstapel
- Kreuzstapel
- Treppenstapel
- Weitstapel
- Engstapel
- Rohfriesenstapel

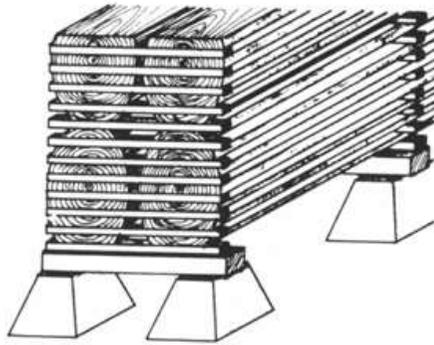


Abbildung 44 Blockstapel

### Blockstapel

Es ist ein Stapel mit bündigen seitlichen Außenflächen, wo unterschiedliche Brettbreiten möglichst im Inneren des Stapels ausgeglichen werden müssen. Vorteile sind höhere Stabilität des Stapels, sowie eine verringerte Gefahr von Rissen und Verformungen.

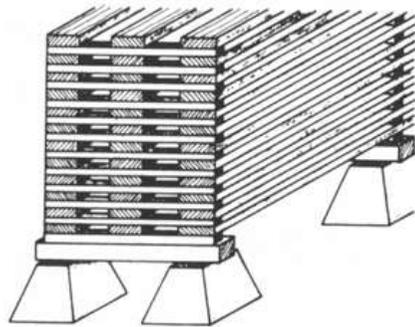


Abbildung 45 Kastenstapel

### Kastenstapel

Die Kastenstapel ist der für besäumte Bretter vorherrschende Stapel. Die Bretter sollen auf Abstand liegen, um innerhalb des Stapels eine Ablüftung zu ermöglichen. Die Bretter kann man so anordnen, dass Luftschächte von ein bis zwei cm Breite entstehen – Gitterstapel

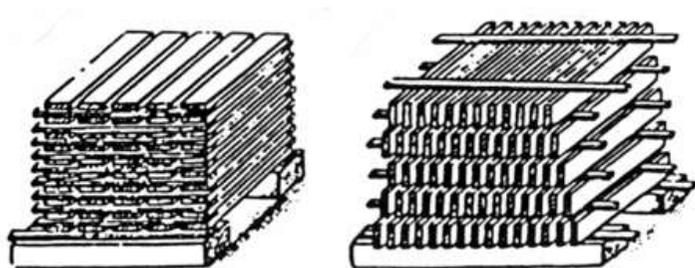


Abbildung 47 Rohfriesenstapelung flach und aufrecht mit Latten

### Rohfriesenstapelung

Verschiedene Formen der Stapelung von Schnitholzzuschnitten verschiedenster Dimensionen.

Einige Holzarten brauchen bei der Freiluft-trocknung eine spezielle Behandlung. Daher ist es äußerst wichtig sich über die einzelnen Holzarten genau zu informieren um Trocknungsschäden zu vermeiden.

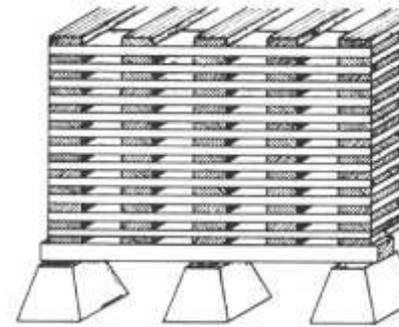


Abbildung 46 Kreuzstapel

### Kreuzstapel

Kreuzstapel werden für kurze Bretter verwendet. Als Stapellatten werden die gleichen Bretter verwendet, was Platz sparend ist.

### Treppenstapel

Treppenstapel werden bei verschiedenen langen Brettern verwendet, wobei die kurzen Bretter nach oben gelegt werden.

### Weitstapel

Weitstapel werden für frisch eingeschnittenes Schnittholz mit weiten Zwischenräumen (bessere Durchlüftung) gewählt.

### Engstapel

Engstapel sollen eher bei vorgetrocknetem Holz verwendet werden.

#### **4.7.4. Beschleunigte Freilufttrocknung**

Die Freilufttrocknung, die Sonne und Wind als natürliche Energiequelle nutzt, ist ein nichttechnisches Trocknungsverfahren. Als Freilufttrocknung bezeichnet man allgemein die Trocknung des gestapelten, waldfrischen Schnittholzes auf dem Holzplatz oder in offenen Hallen.

Hierbei handelt es sich um ein Verfahren der Freilufttrocknung, bei dem versucht wird ein optimaleres Klima zu erreichen bzw. die Trocknungszeiten zu verkürzen und Trocknungsschäden zu vermeiden

Mögliche Varianten:

- Schutz vor direkter Bewitterung
- Axialventilatoren (- 1,5m Durchmesser) in Lagerhallen für eine stetigere Belüftung
- Beschleunigte Schuppentrocknung

#### 4.8. Parameter für den Prozess der natürlichen Holz Trocknung

Für die Verdampfung vom Wasser aus dem wird die relativ trockene Umgebungsluft verwendet.

Der erste Parameter und Potential der natürlichen Holz Trocknung ist der psychometrische Unterschied  $\Delta t = t_s - t_m$  welcher bei einem konstanten Koeffizient der Wärmeübertragung die Intensität der Wasserverdampfung von der Oberfläche eines Feuchten Materials charakterisiert, das heißt die Geschwindigkeit der Trocknung und deshalb betrachten wir ihn als den grundlegenden Parameter vom Luftzustand. Die relative Luftfeuchte beträgt 60-10%, mit einem langfristigen Wert von 75%. **(t die relative Luftfeuchte )**

Der zweite Parameter ist die Geschwindigkeit der Luftströmung. Eine höhere Geschwindigkeit der Luftströmung entspricht einer größeren Menge an Zufuhr von Luft zum Material, welcher gleichzeitig den Koeffizient der Wärmeübertragung erhöht. Die Bedeutung von diesem Parameter ist bedingt meistens durch niedrigere psychometrische Unterschiede im Vergleich zur klassischen Holz Trocknung. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Luftströmung bewegt sich im Intervall von 0 - 3,5 m/s. **( $\varphi$  die durchschnittliche Geschwindigkeit der Luftströmung)**

Der dritte Parameter ist die Lufttemperatur. Die Temperatur des Holzes ist abhängig von der Lufttemperatur, welche den Koeffizient der Leitfähigkeit der Feuchtigkeit bestimmt und auch den Verlauf der biologischen Prozesse bei der natürlichen Holz Trocknung begleitet. Die durchschnittliche Lufttemperatur ist +8°C, sie schwingt zwischen -10°C und 25°C. Ausnahmsweise beträgt sie -30°C bis +40°C. **( w die Lufttemperatur )** Der Verlauf des Hygroskopischen Gleichgewichts im Laufe des Jahres



Tabelle 179 Verlauf von t,  $\varphi$ , w im Laufe des Jahres

Diese Grundlegenden Parameter ändern sich nicht nur im Laufe des Jahres, sondern auch im Laufe jeden Tages. Man muss auch die klimatischen Bedingungen berücksichtigen, die sich von den durchschnittlichen unterscheiden, die minimale und die maximale Werte.

Diese Tage schaffen Voraussetzungen für eine intensive und harte Holz Trocknung, welche zur Folge haben, dass die Kavität reduziert.

#### **4.9. Besonderheiten der natürlichen Holz Trocknung**

Eine der Besonderheiten der natürlichen Holz Trocknung ist die ständige Veränderung des Luftzustandes, abhängig von der Lage, der Jahreszeit, vom Tag und vom Wetter.

Im Holzlager ist die Temperatur tagsüber niedriger, die Luftfeuchtigkeit ist höher und die Luftgeschwindigkeit ist kleiner im Vergleich zur Umgebung. Desto dichter das Holz gestapelt wird, sind die Unterschiede größer. In der Nacht, oder bei einem plötzlichen Kälteeinbruch, ist die Temperatur umgekehrt um ein paar Grad Celsius höher. Die Unterschiede sind größer desto kleiner die Abstände zwischen den Stapeln sind, desto feuchter das Holz ist.

In einem Lager mit trockenem Holz und bei feuchtem Wetter nimmt das Holz die Feuchtigkeit wieder auf.

Die Zustandsänderungen, die durch das Abdampfen vom Wasser entstehen nennt man das Mikroklima des Lagers. Es ist ein Klima, welches unterschiedlich von der äußeren Umgebung ist.

Einflüsse, die das Mikroklima beeinträchtigen:

- Die Dichte und die Art der Stapelung
- Die Feuchtigkeit der Umgebung und des Holzes
- Die Dichte des Holzes

#### 4.10. Der Tagesablauf der Luftzirkulation im Lager

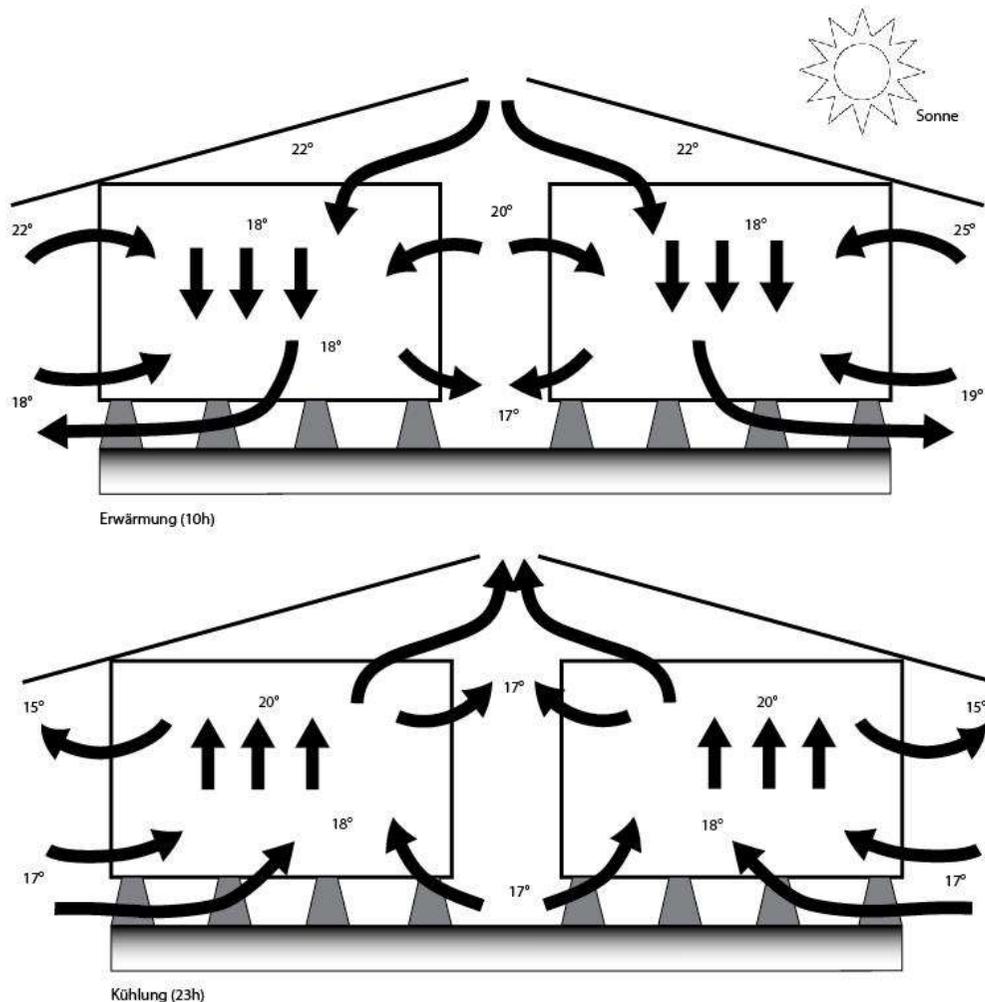


Abbildung 48 Der Tagesablauf der Luftzirkulation im Lager

In dem Lager ist ein komplizierter Luftwechsel. Es dominiert eine vertikale Luftströmung mit kleiner Geschwindigkeit, dies ist bedingt durch Gewichtsunterschiede der Luft im Lager.

Wenn es keinen Wind gibt, z.B. in warmen Wetter, verursacht die Sonneneinstrahlung eine Erwärmung der Luft. Die warme, trockene Luft tritt in das Lager ein und gibt ein Teil von Ihrer Wärme dem nassen Holz ab und gleichzeitig nimmt es die Feuchtigkeit vom Holz auf. Die Temperatur der Luft sinkt und die Feuchtigkeit steigt. Die Luft wird schwerer und sinkt nach unten. Zugleich sinkt die Fähigkeit der Luft die Feuchtigkeit aufzunehmen und dadurch das Holz zu trocknen. Die Luft tritt aus dem Raum.

Die Bewegung der Luft ist bedingt durch die Veränderung  $t$  und  $\phi$ . In den Abendsstunden hat das Holz im Lager noch akkumulierte Wärme von der Sonneneinstrahlung. Von der äußeren Umgebung tritt kalte und feuchte Luft ein, welche sich bei dem Übergang im Lager erwärmt und hinaufsteigt. Diese Bewegung erfolgt auch in vertikaler Richtung.

Bei einer horizontalen Luftströmung, welche durch den Einfluss von Wind verursacht wird, verändert sich der Zustand der Luft durch die Aufnahme der Luftfeuchte und kühlt ab.

Der Gleichgewichtsfeuchtigkeitsgehalt wird steigen und die Trocknungszeit sinken.

#### **4.11. Lagerplatz vom Schnittholz**

##### **4.11.1. Auswahl, Aufbereitung und Verteilung vom Lagerbereich**

Für einen Lagerplatz wählt man am besten einen Ort, der trocken ist. Man muss den Brandschutz und eine gute Verkehrsverbindung berücksichtigen. Bei der Auswahl des Standortes muss man auch Normen hinsichtlich Brandschutzes in Betracht ziehen, es dürfen in der näheren Umgebung keine Lager für Kohle, Brennstoffe usw. vorkommen.

Auf der Fläche darf keine Vegetation, Humus oder Wasser vorkommen. In den Lagern, wo Gabelstapler eingesetzt werden, muss der Boden mit Beton verstärkt werden.

Durch die Aufteilung muss jeder Teil immer zugänglich sein.

Die Lagerfläche wird aufgeteilt:

- a) Gruppe der Stapel
- b) Abteilungen
- c) Felder

Durch die Aufteilung der Lagerfläche muss die Transparenz, Sicherheit und Funktion gesichert werden.

- a) Gruppe der Stapel

Die Gruppe der Stapel bilden Abteilungen. Die Aufteilung, die Abmessungen und die Anzahl der Stapel sind hauptsächlich abhängig von den Abmessungen des gestapelten Holzes. Die Straßen zwischen den Abteilungen und die räumliche Anordnung werden nach dem Verfahren, ausgewählt wie das Holz gestapelt wird und welche mechanische Mittel eingesetzt wird.

Mindestabstände einer Verteilung von Gruppen und Abteilungen

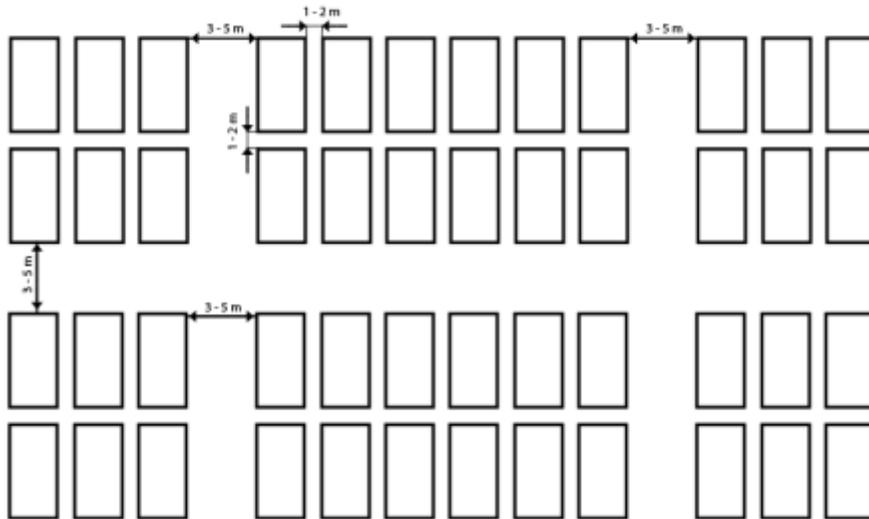


Abbildung 49 Schema einer Verteilung von Gruppen und Abteilungen

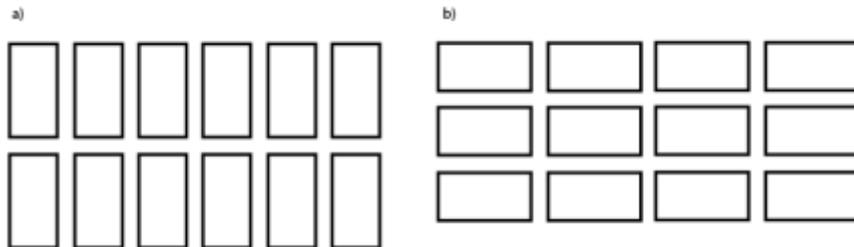


Abbildung 50 Aufstellung von Holzstapeln

- a) Holzstapel länglich aufgestellt
- b) Holzstapel quer aufgestellt

a) Abteilungen

Abteilungen bilden ein Feld und je nach Bedingungen haben diese folgenden Abmessungen:

- Länge 50 bis 100 m
- Breite 30 bis 50 m

Die Fläche einer Abteilung sollte nicht 0,5 ha überschreiten.

b) Felder

Felder haben nach Bedingungen folgende Abmessungen:

- Länge 200 bis 250 m
- Breite 100 bis 160 m

Die Fläche der Felder sollte nicht 4 ha überschreiten. Felder werden in freien Raum gebildet.

#### 4.11.2. Berechnung der Lagergröße für eine natürliche Holztrocknung

Beim Planen der benötigten Lagerfläche müssen wir zuerst festlegen, wie viel Schnittholz gelagert wird und dann kann man die eigene Lagerfläche berechnen. Es ist praktisch außer der Zwischenräume und den Manipulationsflächen die Restfläche auf der das Holz gestapelt wird.

Außer der Kapazität muss man auch die Art des Holzes kennen, die Abmessungen und die Art der Stapelung.

Angaben: Q- die gesamte Menge des Schnittholzes. Diese Angabe enthält die Menge, die Art, Qualität und die Abmessungen des Holzes.

Grobes Volumen der Stapel.

$$V = b_s \cdot h \cdot l \text{ m}^3 \quad (b=\text{Breite}, h=\text{Höhe}, l=\text{Länge})$$

Reales Volumen der Stapel.

$$V_r = V \cdot K_o \text{ m}^3 \quad (K_o \text{ Koeffizient der Volumenfüllung})$$

$$K_o = K_b \cdot K_h \cdot K_l \quad (\text{Koeffizient der Volumenfüllung der Breite } K_b, \text{ der Höhe } K_h \text{ und der Länge } K_l)$$

Koeffizient der Volumenfüllung der Breite  $K_b$

$$K_b = b / (b + b_m) \quad (b=\text{Breite des Schnittholzes}, b_m = \text{Breite der Lücken})$$

Koeffizient der Volumenfüllung der Höhe  $K_h$

$$K_h = d / (d + d_p) \quad (d=\text{Dicke des Schnittholzes}, d_p = \text{dicke der Zwischenlatten})$$

Koeffizient der Volumenfüllung der Länge  $K_l$

$$K_l = l / l_s \quad (l_s = \text{Länge des Schnittholzes}, l = \text{Länge des Stapel})$$

Dann kann man den *Koeffizient der Volumenfüllung* auch ausrechnen als:

$$K_o = K_b \cdot K_h \cdot K_l = [b / (b + b_m)] \cdot [d / (d + d_p)] \cdot (l / l_s)$$

Fals in dem Stapel ein Kamin ist, so muss man die Breite von diesem von der gesamtbreite des Stapel abziehen.

Die Anzahl der Stapel im Lager wird berechnet:

$$N = Q / V_r \quad [\text{St.}] \quad (\text{Q- die gesamte Menge des Schnittholzes.})$$

Die ausgerechnete Menge der Stapel vergrößern wir um 10 – 15 % unter Berücksichtigung einer Möglichkeit der Produktionserhöhung.

Die Fläche des Lagers berechnet man:

$$F = Q / (h_d \cdot K_{sk} \cdot K_o \cdot K_z) \quad [\text{m}^2]$$

Die Jahreskapazität des Lagers berechnet man:

$$P = F \cdot h_d \cdot K_{sk} \cdot K_o \cdot (365 / T) \quad [\text{m}^3 \cdot \text{r}^{-1}]$$

(  $h_d$ =durchschnittliche Höhe,  $K_{sk}$ = Koeffizient der Flächennutzung es ist das Verhältnis von der Fläche unter der Stapel und der Gesamtfläche,  $K_o$ = Koeffizient der Volumenfüllung,  $K_z$ = Koeffizient der Höhenungleichmässigkeit,  $T$ = Zeit der Trocknung – Tage )

Die Aufgabe kann man auch anders berechnen. Wenn man das Volumen des Lagers kennt, kann man die Fläche der Stapel berechnen.

## 5. Leerstehende Gebäude in Europa / in der Slowakei (Mlynky, Žilina)

*Man sagt immer, dass die Zeiten die Dinge ändern, aber in Wirklichkeit muss man sie selbst ändern.*

A. Warhol

### 5.1. Werk Leerstand – ein zunehmendes Problem des slowakischen Immobilienmarktes

Auf der Ausstellung -VacantNL von Ronald Rietveld, die vor zwei Jahren auf der architektonischen Venedig-Biennale eingeführt wurde, stellte Rietveld mit Studenten und Kollegen im Rahmen der Wirtschaftskrise Mappingen ungenutzter Gebäude in den Niederlanden vor. Der Zweck war die ungenutzten Gebäude als ein gutes Potenzial zu zeigen. Dieses Thema ist über das Zentrum der zeitgenössischen Architektur in Budapest Kék genommen und initiierte ein Projekt, das nach ähnlicher Weise die leerstehenden Gebäude in Mitteleuropa beobachten will.

**Während der letzten 20 Jahre ist der Werkleerstand zu einem sichtbaren Problem in vielen nicht nur slowakischen Städten geworden, sondern auch im ganzen Europa. Lag die durchschnittliche Leerstandsrate in den größten Städten im Jahr 1990 noch bei 1 Prozent, waren es 2010 knapp 13 Prozent. Den steigenden Leerständen stehen dabei Fertigstellungen neuer Herstellerwerke gegenüber, weshalb der Leerstand selbst bei steigender Nachfrage nicht abgebaut wird. Problematisch ist diese Entwicklung, weil Leerstand negative Folgewirkungen für die umliegenden Gebäude haben kann und einer effizienten Flächennutzung entgegensteht, zum Beispiel für nötige Industriezwecke. Gerade angesichts des demografischen Wandels und der damit zu erwartenden rückläufigen Werknachfrage sind Lösungen zur Begrenzung der Leerstandsproblematik dringend erforderlich.**

#### **Volkswirtschaftliche Bedeutung des Werkleerstands**

Leerstand ist für einen funktionierenden Immobilienmarkt unentbehrlich. Da bei anziehender Nachfrage kurzfristig keine neuen Gebäude geschaffen werden können, dient der Leerstand dem kurzfristigen Ausgleich des Marktes. Darüber hinaus sind Matching-Prozesse, wie zum Beispiel auch am Arbeitsmarkt, mit längeren Suchaktivitäten verbunden. Aus der Suche nach der bestmöglichen Kombination von Flächen und Nutzern resultiert somit Leerstand – analog zur Sucharbeitslosigkeit am Arbeitsmarkt (Franz, 2009). Steigende Leerstandszahlen deuten auch auf strukturelle Probleme hin, vor allem wenn gleichzeitig neue Gebäude geplant und fertiggestellt werden. Dies ist nicht nur ein Problem der Eigentümer, die auf Mieteinnahmen verzichten müssen und bei Leerstand noch mit durchschnittlich zwei Drittel der Nebenkosten belastet werden (Rohmert, 2010). Im Gegensatz zum Arbeitsmarkt stellt Leerstand zwar kein direktes soziales Problem dar, weil die Eigentümer leerstehender Gebäude in der Regel nicht auf Transferzahlungen angewiesen sind. Gleichwohl entstehen der Gesellschaft nennenswerte Kosten:

Zunächst ist hier die suboptimale Allokation der Flächen zu nennen. Die Werke stehen häufig in zentralen und begehrten Lagen. Gerade in den letzten Jahren hat die Nachfrage nach innerstädtischen Wohnflächen zugenommen (BBSR, 2011). Längerfristig leerstehende Büroflächen können den Marktausgleich am Wohnungsmarkt 4/2011 2 blockieren und tragen damit zu steigenden Mieten und Preisen bei. Ein Abbau des Leerstands würde also zu einer besseren Allokation der Flächen im Raum beitragen.

Darüber hinaus sind negative externe Effekte nicht auszuschließen. Leerstehende Gebäude können Vandalismus und Kriminalität begünstigen, was sich auch auf die Mieteinnahmen und Preise der angrenzenden Gebäude auswirkt. Dieses Phänomen wurde vor allem für den Wohnungsmarkt untersucht (Eekhoff, 2006) und dürfte auch für den Büromarkt zunehmend relevant werden. Der Abbau des Leerstands ist damit nicht nur im Interesse der Eigentümer, sondern auch der Immobilienwirtschaft und der Gesellschaft insgesamt.

### **Definition von Leerstand**

Bislang hat sich im wissenschaftlichen Bereich noch keine einheitliche Definition für den Leerstands begriff etabliert. Nach der Definition von Aengevelt Research, setzt sich Leerstand aus den Subkategorien der Fluktuationsreserve, dem latenten und dem strukturellen Leerstand zusammen (Scheffler, 2004). Die Fluktuationsreserve ist für die Funktionsfähigkeit des Marktes notwendig, damit sich der Büromarkt schnell und effektiv an konjunkturelle Zyklen anpassen kann. Der latente Leerstand stellt die zur Vermietung angebotene Gesamtfläche am Markt und der strukturelle Leerstand die langfristigen leerstehenden Gebäudeflächen dar. Die Voraussetzungen für strukturellen Leerstand sind dann erfüllt, wenn die Flächen in den letzten fünf Jahren durchschnittlich zu mindestens 50 Prozent nicht vermietet wurden. Subtrahiert man die Summe aus Fluktuationsreserve, latentem und strukturellem Leerstand von der Gesamtfläche, erhält man den sogenannten marktaktiven Angebotsüberhang. Als zusätzliche Kategorie wird von Aengevelt noch der Sockelleerstand aufgeführt. Zu dieser Kategorie zählen jene Gebäude, die bereits keine Marktrelevanz mehr besitzen, da sie nicht mehr den Präferenzen der Nachfrager entsprechen. Gerade dem strukturellen Leerstand kommt eine große Bedeutung zu, da er ein Indiz für strukturelle Probleme des Immobilienbestands liefern kann.

Eine andere Definition wird von der Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung (Abb.) verwendet. Ungenutzte Flächen werden demnach in die Kategorien Leerstand, Flächen im Bau und Flächen „in der Pipeline“ unterteilt. Dabei bilden die Flächen im Bau das mittelfristig verfügbare und die Flächen in der Pipeline das langfristig verfügbare Angebot ab. Der Leerstand umfasst nach dieser Definition lediglich das kurzfristige Angebot, das verfügbar und innerhalb der kommenden drei Monate bezugsfertig sein kann (Abb., 2004).

Diese engere Definition des Leerstands ist zurzeit die Grundlage der meisten Datenerhebungen zum Wasserverkehrleerstand. Zum Beispiel werden bei der Ermittlung der Leerstände des Regionalen Immobilien Informations-Systems nur marktfähige Objekte berücksichtigt und damit jene Objekte ausgeblendet, deren Vermietung in absehbarer Zeit unrealistisch ist. Der strukturelle Leerstand wird jedoch nicht erfasst und bleibt somit schwer abschätzbar. Da

differenziertere Daten nicht zur Verfügung stehen, wird im Folgenden auf Daten zurückgegriffen, die dieser engen Definition folgen. Bei der Beurteilung der vorliegenden Daten zum Büroleerstand ist also zu beachten, dass der tatsächliche Leerstand in Deutschland noch größer ist.

Bauwerke können Jahrtausende überdauern und Ihre Nutzung passt sich laufend an aktuelle Bedürfnisse an.

Ziel der Arbeit ist es Baustrukturen, deren Funktionen nicht mehr genutzt werden zu revitalisieren.

- Das heißt, dass diese Baustrukturen eine neue Nutzung bekommen.
- Die Sanierung wird nach der neuen Funktion optimiert.
- Anhand eines bestehenden Gebäudes wird genau ermittelt, welche Funktionen am besten geeignet wären.
- Nachhaltiges Denken wird zum Ziel



Abbildung 51 Was mit altem Gebäude

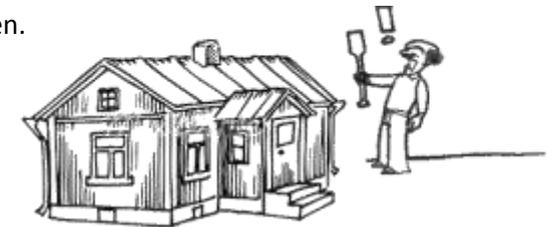


Abbildung 52 Die Idee „was damit“

Das Problem: Es gibt viele lehrstehende unausgenutzte Objekte aus früheren Zeiten. An einem Beispiel von einem verlassenen Wasserwerk, wollen wir zeigen, wie man diese revitalisieren kann.



Abbildung 53 Das alte Wasserwerk - Südansicht



Abbildung 54 Das alte Wasserwerk Nordansicht



Abbildung 55 Das alte Wasserwerk Nordansicht

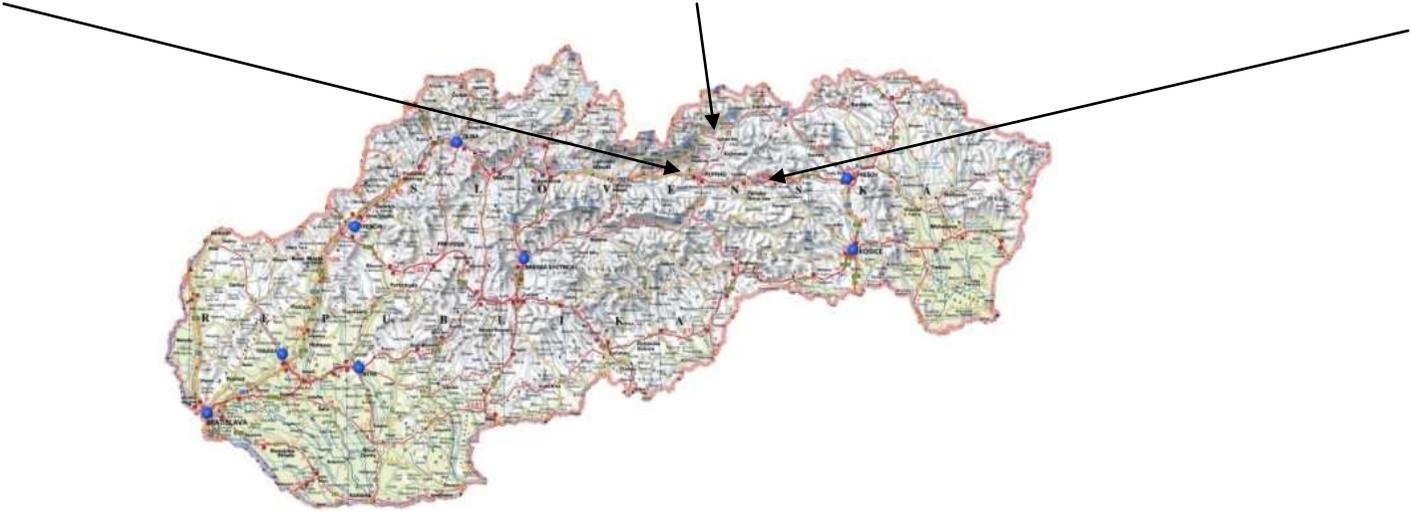


Abbildung 56 Slowakei Landkarte mit Platzierung des Standorts

## 6. Das bestehende Gebäude (Musterbeispiel Wasserwerk)

### 6.1. Die Lage

Das Bestehende Gebäude befindet sich in der Nähe der Gemeinde Smizany und der Stadt Spišská Nová Ves. Das Dorf und seine Freizeiteinrichtungen sind im Tal des Flusses und seiner Nebenflüsse Hornád, am Rande des Nationalparks Slowakisches Paradies. Orographisch fällt in das Gebiet in das Slowakische Erzgebirge. Die Klimazone ist mäßig warm. Die Durchschnittstemperatur liegt bei 6-7 ° C, der kälteste Monat ist der Januar (-3 bis -5 ° C).

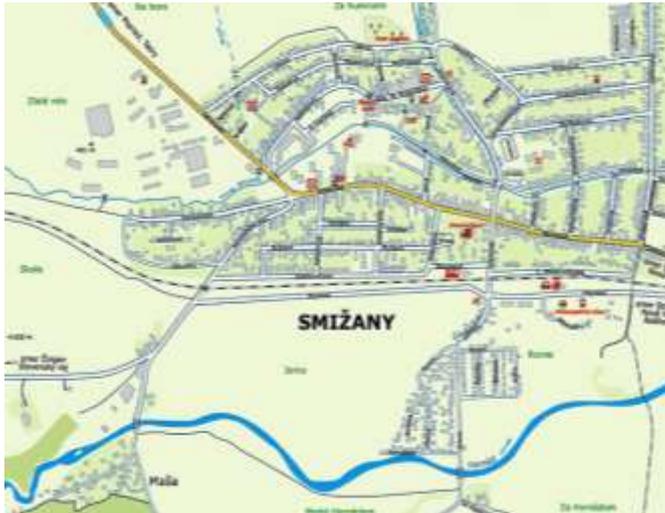


Abbildung 57 Stadt Smizany - Landkarte



Abbildung 58 Ort Smizany

Die Gemeinde Smizany hat sich zum Ziel gemacht den Lebensstandard aller Bewohner und Besucher zu erhöhen, das kulturelle Erbe zu entwickeln und es verwenden, um Tourismus zu entwickeln, die natürlichen Ressourcen schützen und revitalisieren, die Gemeinde national und international fördern, die lokale Wirtschaft durch die Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen zu beleben, Verbesserung der Servicequalität, eigene aktive Beschäftigung, Bildung, Zusammenarbeit mit Partnern.

## 6.2. Das Wasserwerk

Im Jahr 1966 wurde auf dem Fluss Hornád eine Kläranlage Smižianska Maša mit der gewissen Kapazität von  $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  aufgebaut, mit der Entnahme vom Oberflächengewässer aus dem Fluss Hornád. Die Kläranlagewurde in 1972 in Betrieb genommen und die schien genug Trinkwasser für maßgebenden Verbrauch des Landkreises – Spišská Nová Ves und Levoča versprechende Perspektive. Im Jahr 1984 wurde zur größten kritischen Situation im Gebiet von Trinkwasserversorgung aufgetreten, wo das Kontrollamt aufgrund einer deutlichen Verschlechterung der Wasserqualität aus dem Fluss Hornád als Nutzwasser der Kläranlage Smižianska Maša verkündigte. Das Gewässer vom Fluss Hornád über den Entnahmen Profils stellt ein großes Sammelgebiet von  $383 \text{ km}^2$  dar und zwar auf dem Gelände von Spišská Nová Ves und Poprad. Im diesen Gebiet ist eine sehr intensive landwirtschaftliche Aktivität und entwickelter Tourismus in der Umgebung von dem Slowakischen Paradies. Die Gemeinden, die sich im Gesundheits-Schutzzone II. und III. Abstufung befinden, sind nicht mit öffentlicher Abwasserleitung und Kläranlagen ausgestattet. Diese Wirklichkeit stellte auch die Gefahr der Verschmutzung und der Verunreinigung des Wasserlaufes Hornád im Frühling dar.



Abbildung 59 Wasserwerk



Abbildung 60 Detail von Filteranlagen



Abbildung 61 Ionisierende Einheit

### 6.3. Die Grundrisse, Schnitte und Ansichten im Bestand

Das Gebäude wurde früher also als eine Kläranlage verwendet. Es gab verschiedene Funktionen zur Wasseraufbereitung. Der Reinigungsprozess besteht aus vier Stufen.

Die erste Stufe ist die Reinigungsstufe. Hier werden etwa 20 bis 30 Prozent der festen (ungelösten) Schwimm- und Schwebstoffe entfernt.

In der zweiten Reinigungsstufe werden Biologische Verfahren in den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen und für den Abbau organisch hochbelasteter Abwässer in der aeroben und anaeroben Abwasserreinigung eingesetzt. Sie verwenden mikrobiologische Abbauvorgänge. Dabei werden abbaubare organische Abwasserbestandteile möglichst vollständig mineralisiert, das heißt in der aeroben Abwasserreinigung bis zu den anorganischen Endprodukten Wasser, Kohlenstoffdioxid, Nitrat, Phosphat und Sulfat abgebaut. In der anaeroben Abwasserreinigung werden sie zu organischen Säuren, Methan und Kohlenstoffdioxid umgesetzt. Üblicherweise werden damit die Kohlenstoffverbindungen aus dem Abwasser entfernt. Ebenso erfolgt die Entfernung von organisch gebundenem Stickstoff und Ammonium durch bakterielle Nitrifikation und Denitrifikation. Zunehmend wird in mittleren und großen Kläranlagen auch der Phosphor bakteriell eliminiert.

In der dritten Stufe bedienen sich Abiotisch-chemische Verfahren chemischer Reaktionen wie Oxidation und Fällung ohne Beteiligung von Mikroorganismen. Sie dienen in der kommunalen Abwasserreinigung vor allem der Entfernung von Phosphor durch Fällungsreaktionen (Phosphorelimination). Dieser Prozess hat große Bedeutung zur Vermeidung der Eutrophierung der Vorfluter. Zudem werden abiotisch-chemische Verfahren zur Fällung in der Industrieresourcennutzung und zur weitergehenden Abwasserreinigung (beispielsweise Flockung/Fällung/Filtration) eingesetzt.

In der Vierten Stufe wurden seit etwa Ende der 1980er-Jahre teilweise weitergehende Reinigungsverfahren entwickelt worden, die zwar schon serienreif sind, die sich jedoch aufgrund ihrer teilweise sehr hohen Betriebskosten noch nicht durchsetzen konnten. Hier sind beispielsweise die Abwasserfiltration sowie die Entkeimung zu nennen.

Es wurden abgeschattete Sektionen gebildet, die die verschiedenen Funktionen trennen und eine Verbreitung von Feuer vermeiden. Die Abschattung wurde durch doppelte Wände gebildet.



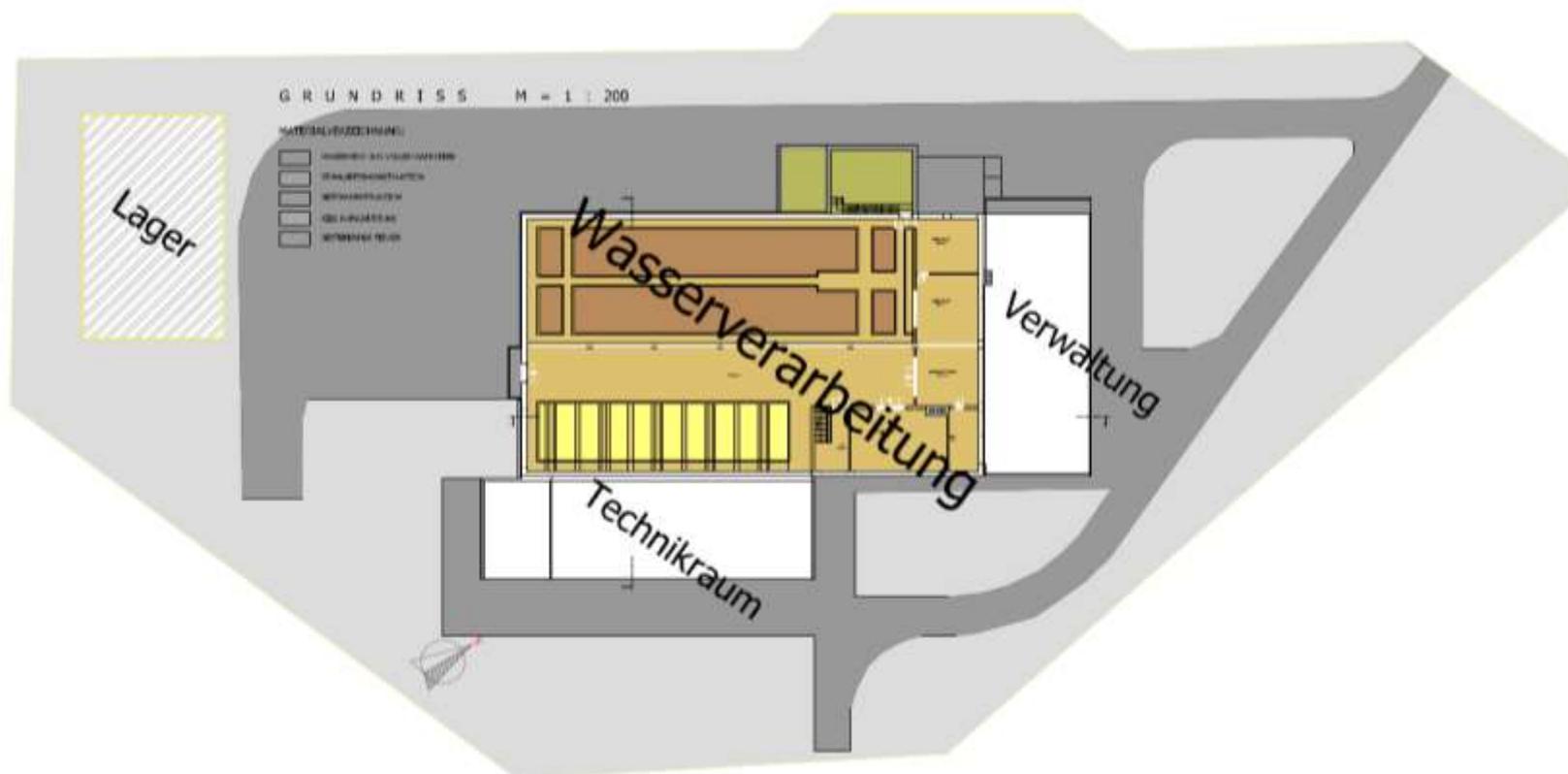
Abbildung 62 Grundriss 2.OG



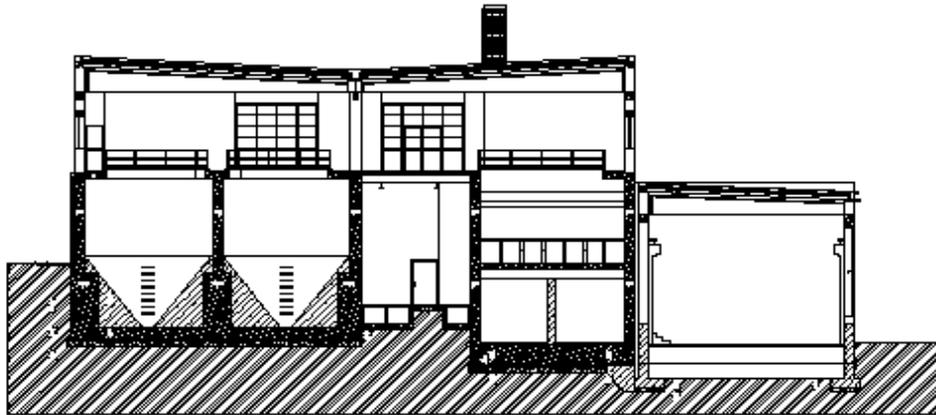
Abbildung 63 Grundriss 1.OG



Abbildung 64 Grundriss EG



SCHNITT A-A' M = 1 : 200



WAND-UND DECKENBILDUNG:

[White box]	VERBLEIBER, Z.B. GIPS-VERBLEIBER
[Dotted box]	WEICHE VERBLEIBARTEN
[Diagonal lines /]	WÄRMEDÄMMUNG
[Cross-hatched box]	ROHRENFÜHRUNGEN
[Diagonal lines \]	WEICHE VERBLEIBARTEN

SCHNITT B-B' M = 1 : 200

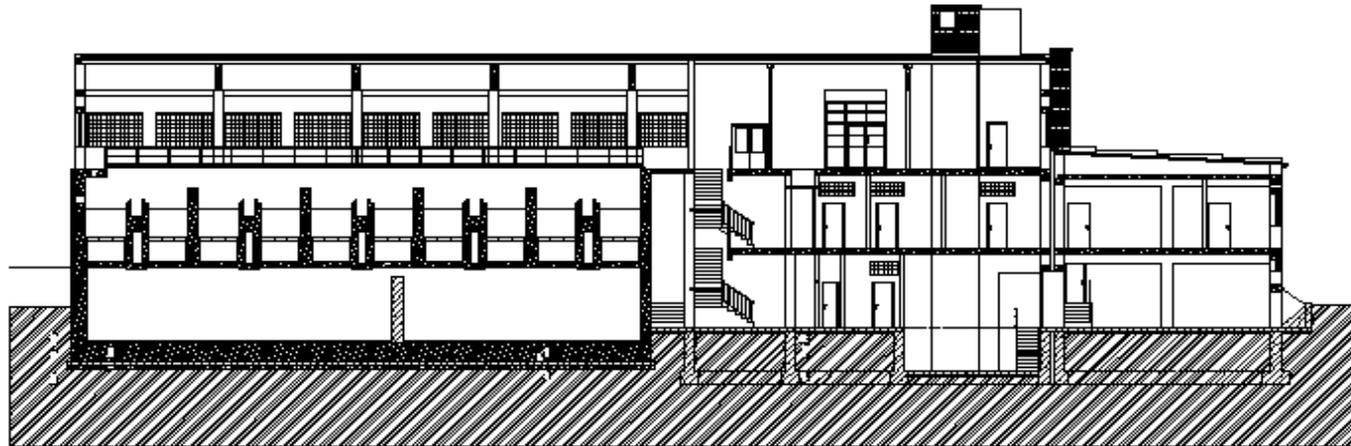


Abbildung 65 Schnitt A-A' und B-B'

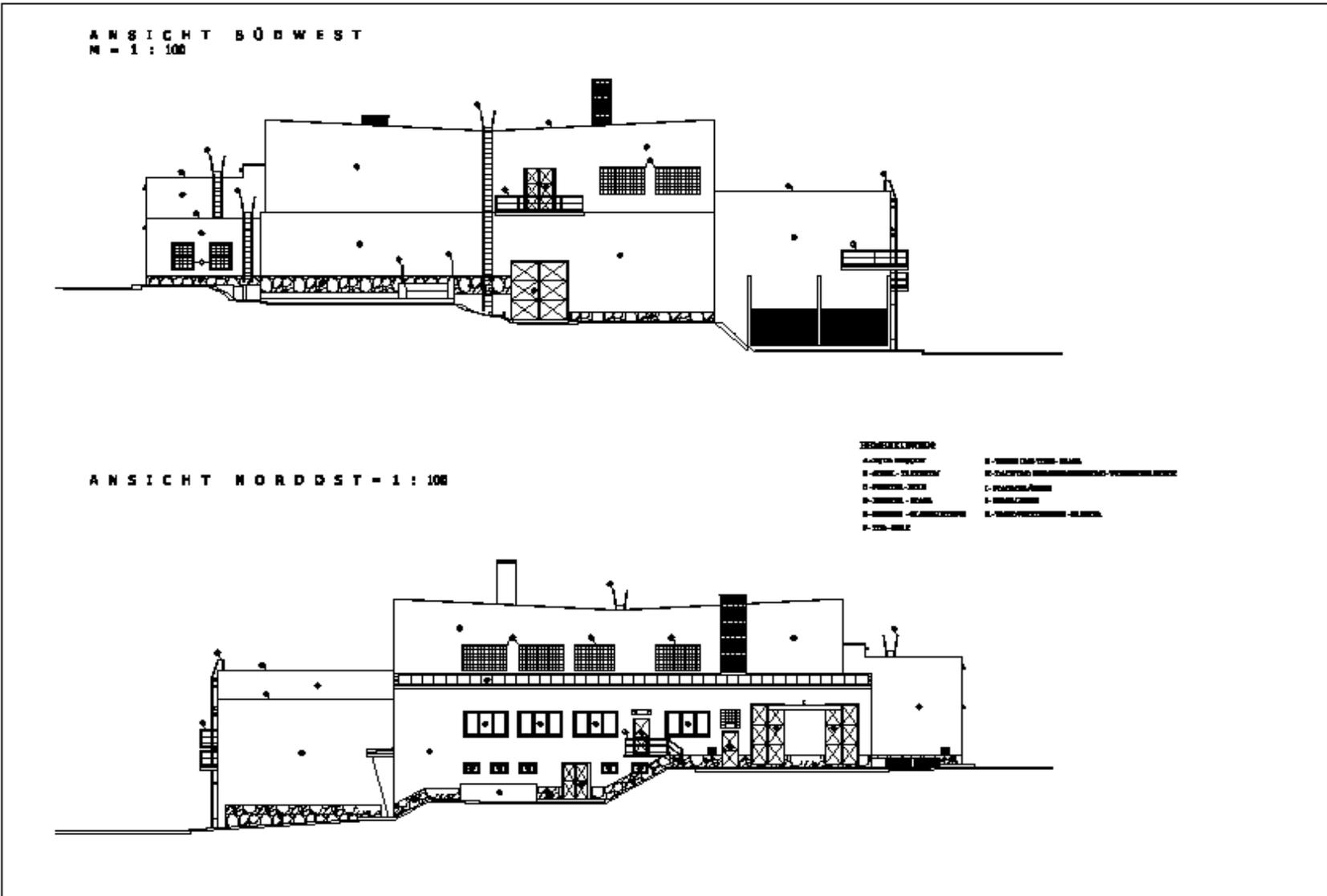
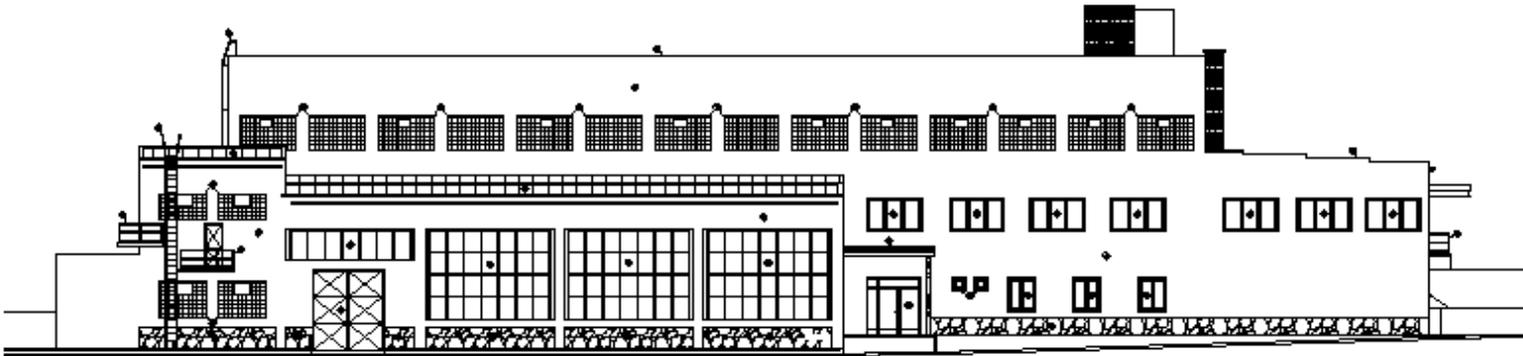


Abbildung 66 Ansicht Südwest und Ansicht Nordost

ANSICHT SÜDOST  
M = 1 : 100



ANSICHT NORDWEST  
M = 1 : 100

- LEGENDE:
- |             |            |
|-------------|------------|
| A - TÜR     | G - GIEBEL |
| B - FENSTER | H - DACH   |
| C - WAND    | I - BALCON |
| D - TÜR     | J - GIEBEL |
| E - FENSTER | K - DACH   |
| F - TÜR     | L - GIEBEL |

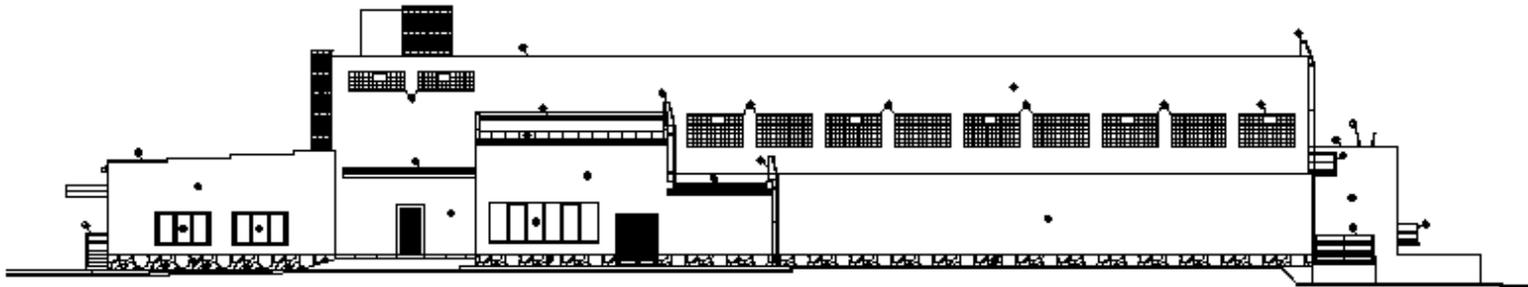
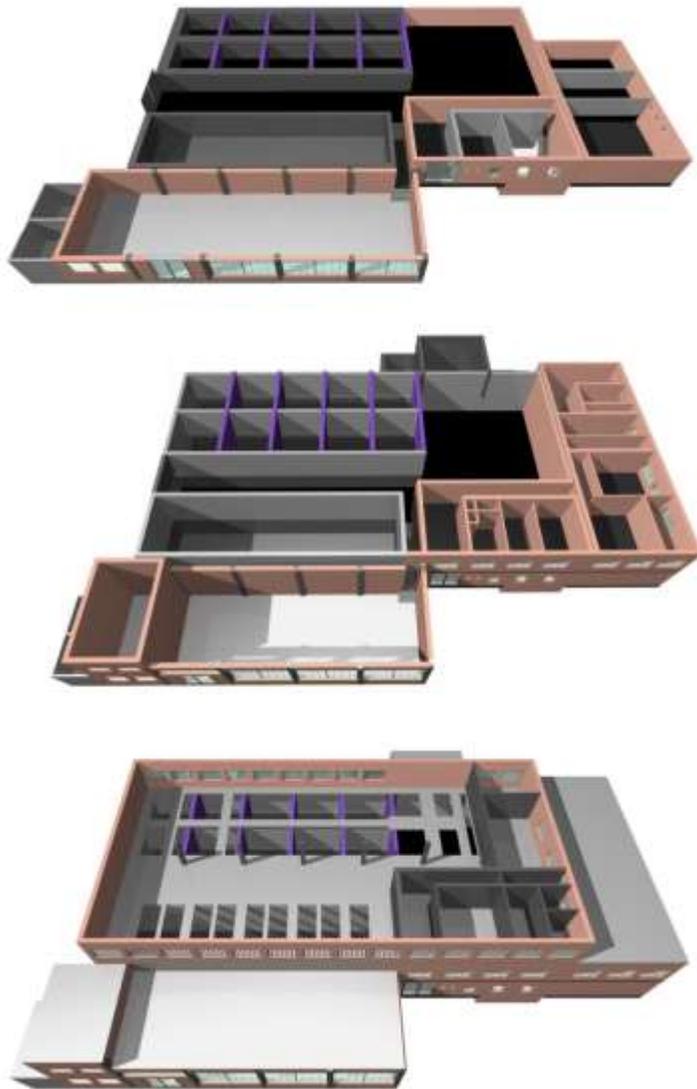


Abbildung 67 Ansicht Südost und Nordwest

## 6.4. Die Konstruktion im Bestand



Grundelemente:

-Das Gebäude besteht aus mehreren Ebenen, man kann es aber in drei Geschosse aufteilen.

-Es besteht aus drei zueinander geordneten Gebäuden, die jeweils durch doppelte Wände getrennt sind.

-Die unterirdische massive stahlbeton Wände aus wasserdichtem Stahlbeton sind aufgebaut auf einem Plattenfundament aus Stahlbeton, die die gesamte Grundfläche abdeckt.

-Über den Stahlbetonwänden wird die Konstruktion als ein Skelettbau geführt.

-Die primär tragende Funktion haben einzelne Elemente wie Deckenplatten, Unterzüge und Stützen. Diese werden durch ein Mauerwerk aus Vollziegeln ausgefüllt.

-Die genaue Zusammensetzung der Wände und Decken ist in den nächsten Kapiteln beschrieben.

### Wände

	Mauerwerk aus Vollziegel
	Trennwände aus Vollziegel
	Stahlbeton-Konstruktion
	Trennwände, aus Beton

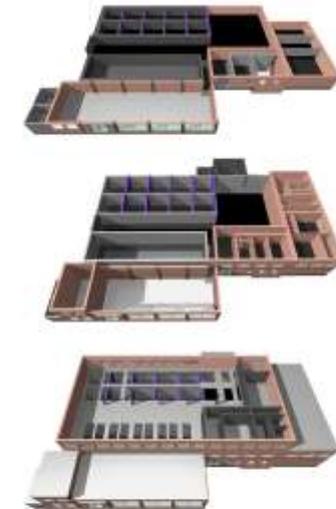
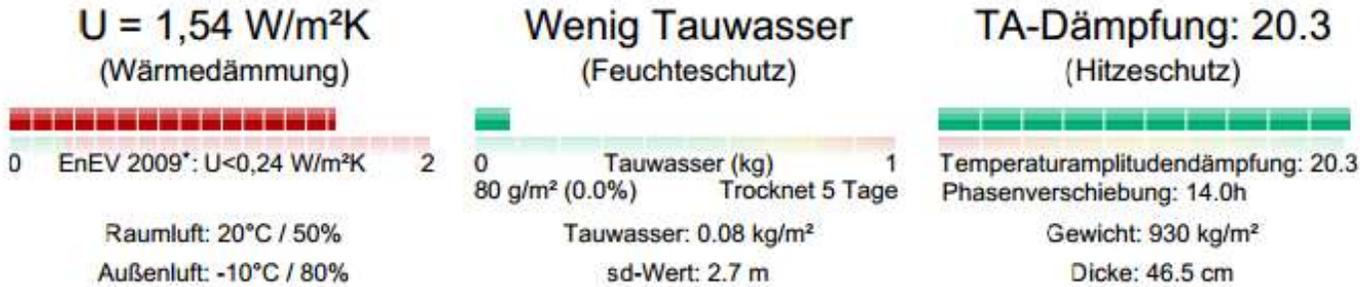
### Bodenplatten(Ebenen)

	-2,000 m
	-0,720 m
	-0,600 m
	+/- 0,000 m
	+1,100 m

Abbildung 68 Konstruktion im Bestand

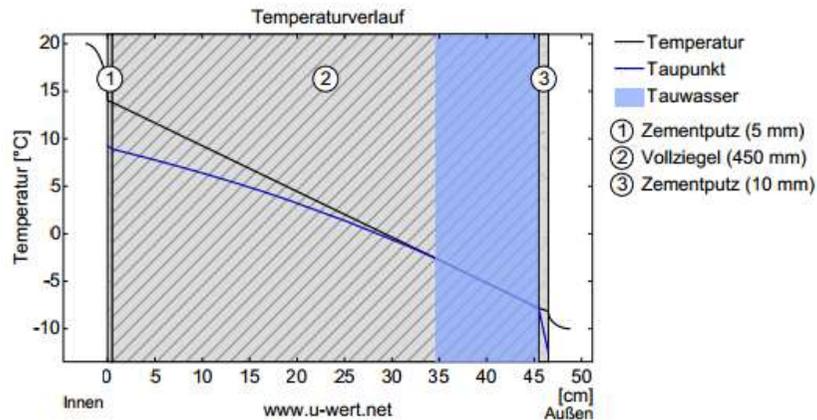
### 6.4.1. Mauerwerk über dem Erdbereich

Mauerwerk aus Vollziegel



Werte	Dichtepfaktoren
Mauerwerk mit Stütze	0.000 m
Trennwand aus Vollziegel	0.000 m
Mauerwerk aus Vollziegel	0.000 m
Trennwand aus Ziegel	0.000 m

#### 6.4.1.1. Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

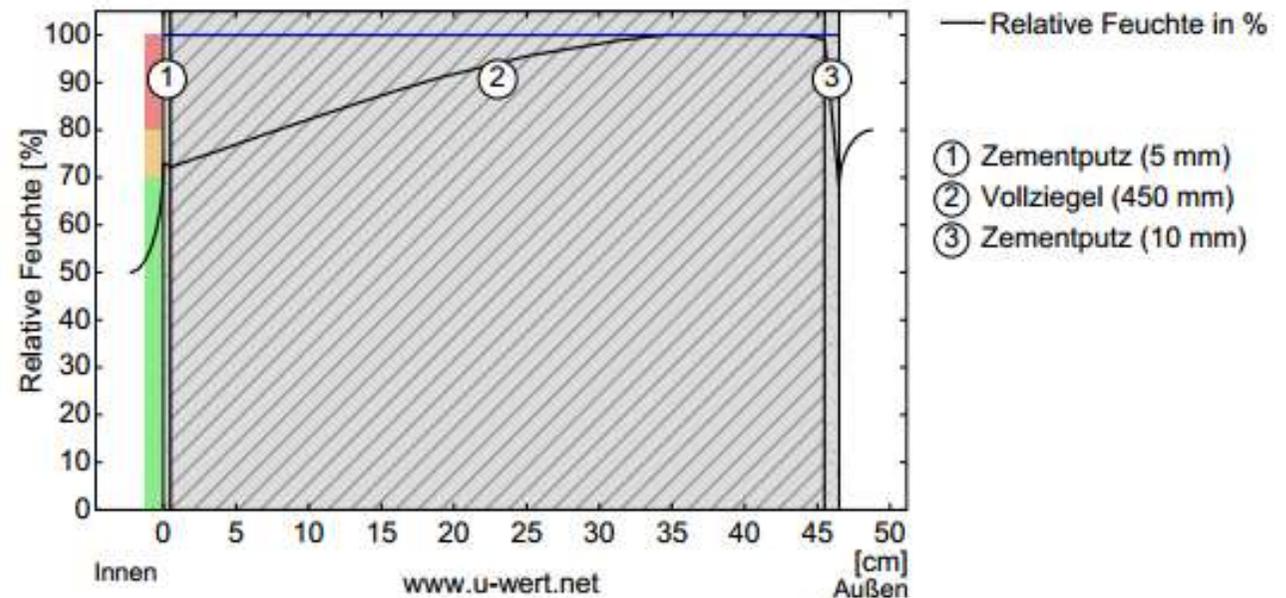
### 6.4.1.2. Feuchteschutz

Während der winterlichen Tauperiode von 60 Tagen fallen in diesem Bauteil insgesamt 0.080 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 5 Tagen ab (bei 12°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% - innen wie außen).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	0,5 cm Zementputz	0,08	-	0,0		10,0
2	45 cm Vollziegel ... innerhalb	2,25	0,080	0,0	5	900,0
3	1 cm Zementputz	0,35	-	0,0		20,0
	46,5 cm Gesamtes Bauteil	2,68	0,080		5	930,0

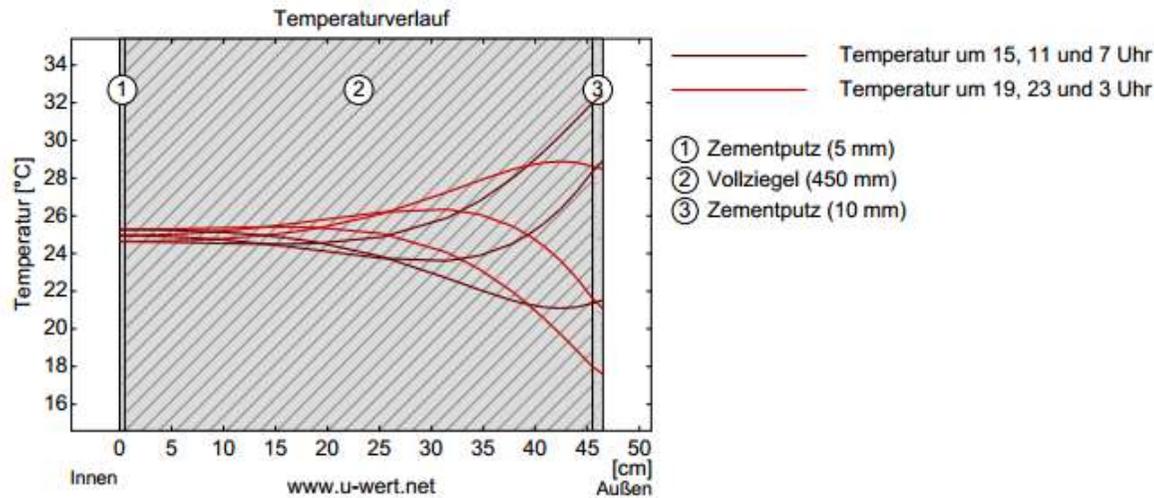
### 6.4.1.3. Relative Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 14,0°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 73% führt. Manche Arten von Bauschimmel gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 70%, Schimmelbildung kann nicht ausgeschlossen werden. Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

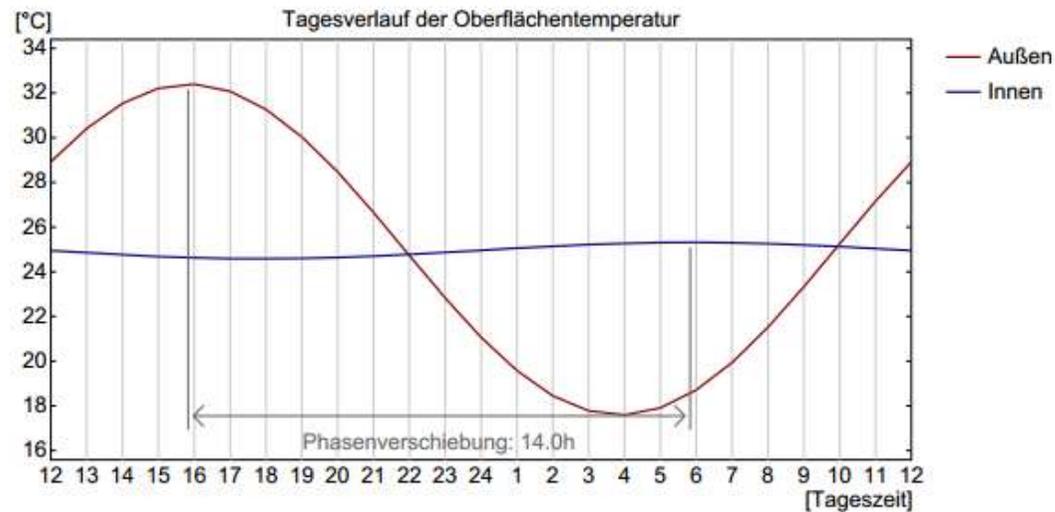


#### 6.4.1.4. Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert.



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linie: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

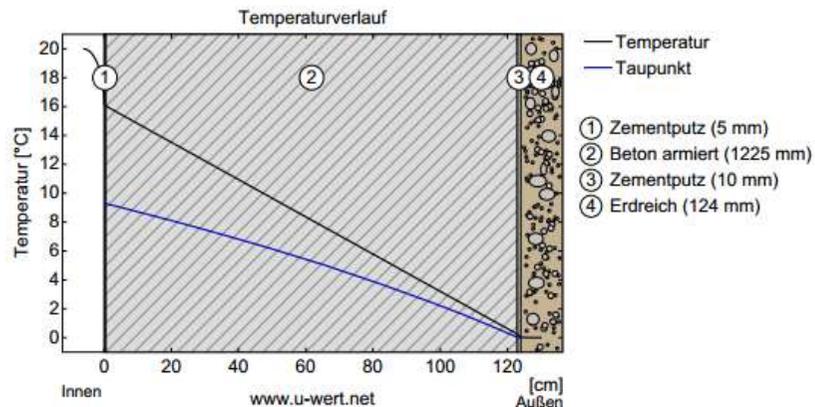
## 6.4.2. Stahlbeton im Erdbereich



Stahlbeton-Konstruktion



### 6.4.2.1. Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser.

Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.



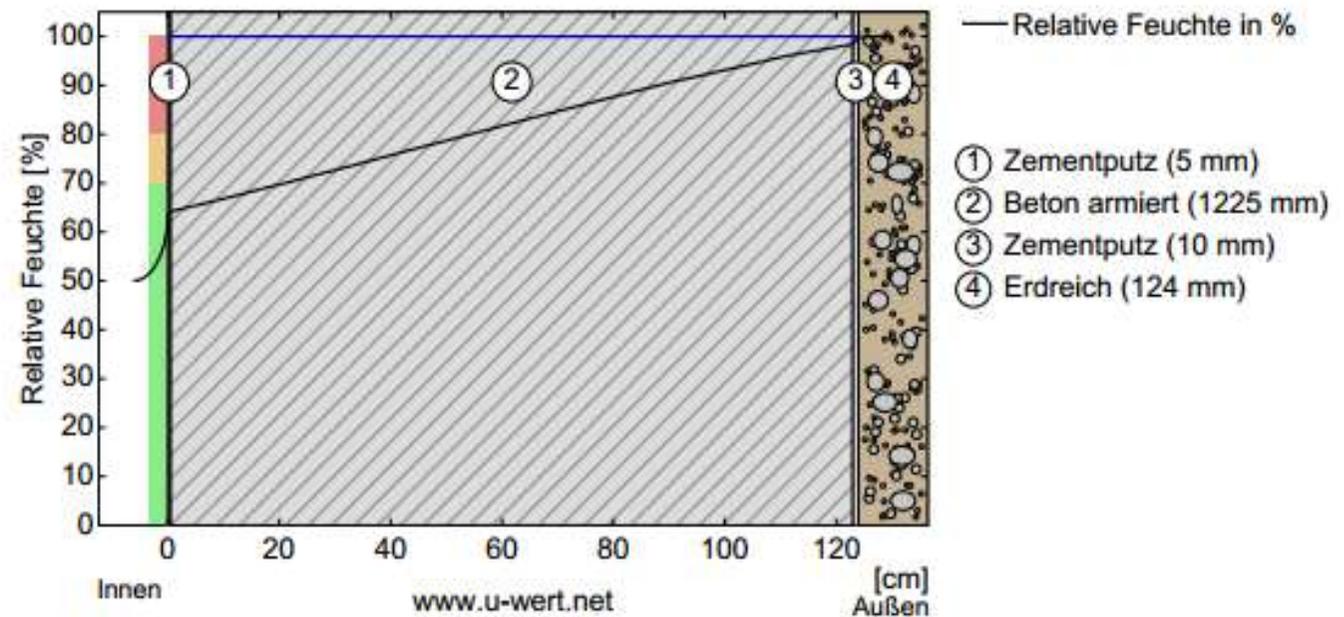
### 6.4.2.2. Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert	Tauwasser		Trocknungsdauer	Gewicht
		[m]	[kg/m <sup>2</sup> ]	%	Tage	
1	0,5 cm Zementputz	0,08	-	0,0		10,0
2	122,5 cm Beton armiert (1%)	159,25	-	0,0		2,817,5
3	1 cm Zementputz	0,35	-	0,0		20,0
	124 cm Gesamtes Bauteil	159,68	0,000		0	2,847,5

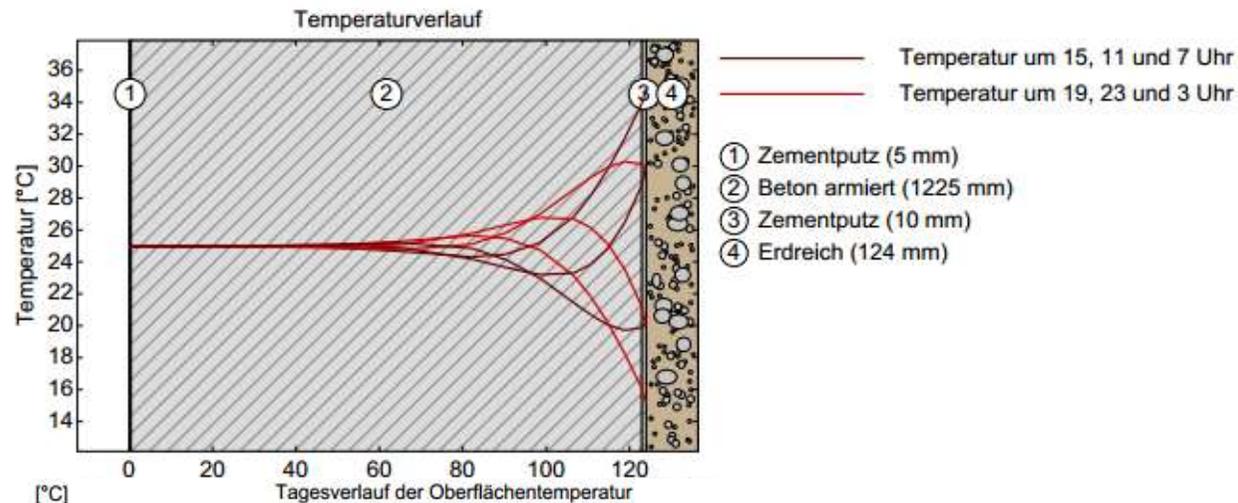
### 6.4.2.3. Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 16,1°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 64% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

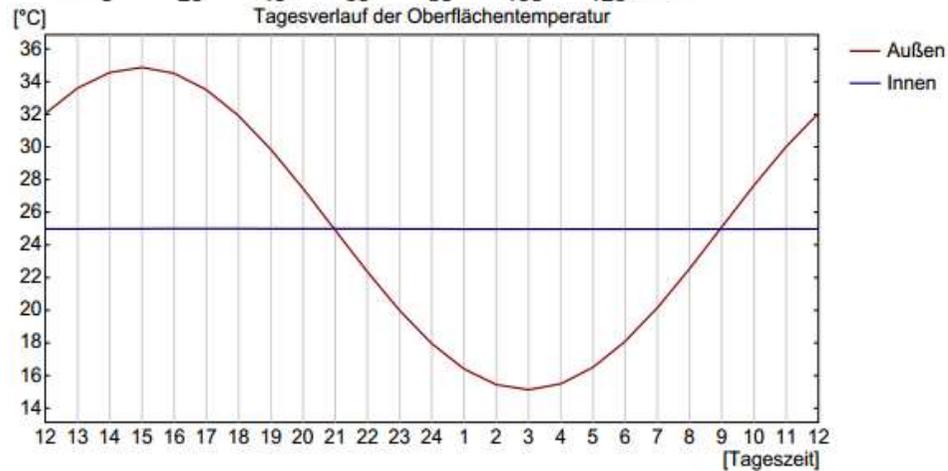


#### 6.4.2.4. Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert.



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

### 6.4.3. Stahlbeton über dem Erdbereich

Stahlbeton-Konstruktion

U-Wert: 2,06 W/m<sup>2</sup>K



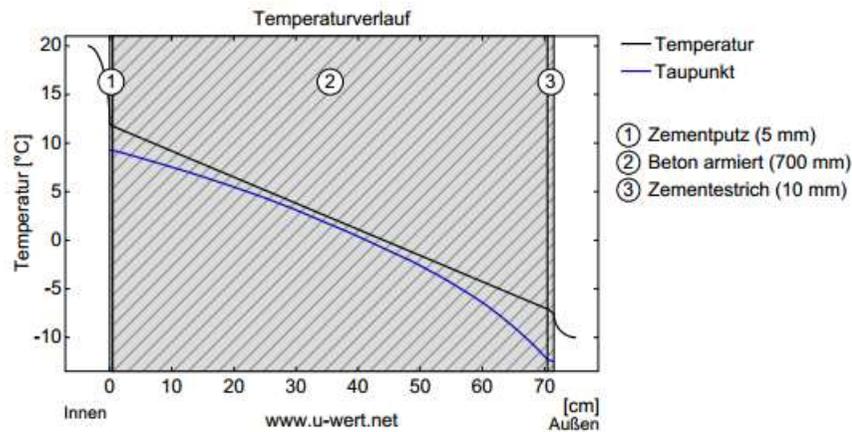
Feuchteschutz\*\*



Hitzeschutz<sup>beta</sup>



#### 6.4.3.1. Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

### 6.4.3.2. Feuchteschutz

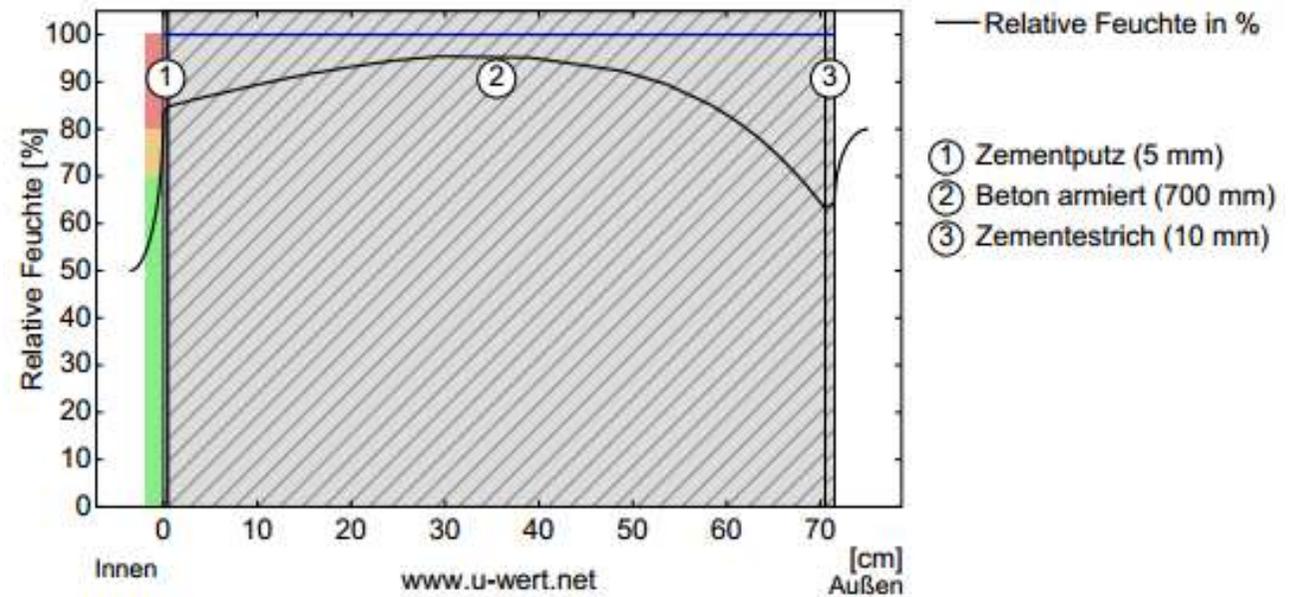
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	0,5 cm Zementputz	0,08	-	0,0		10,0
2	70 cm Beton armiert (1%)	91,00	-	0,0		1,610,0
3	1 cm Zementestrich	0,35	-	0,0		20,0
	71,5 cm Gesamtes Bauteil	91,43	0,000		0	1,640,0

### 6.4.3.3. Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

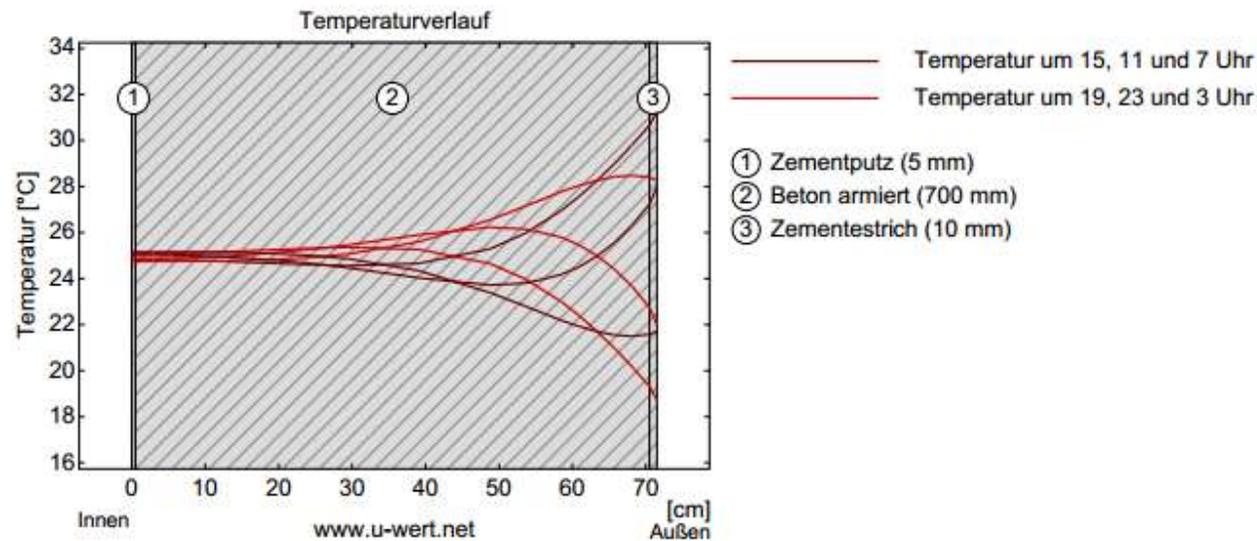
Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 12,0°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 83% führt. Die meisten Bauschimmelarten gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 80%. **Es muss deshalb mit Schimmelbildung gerechnet werden! Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden.**

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

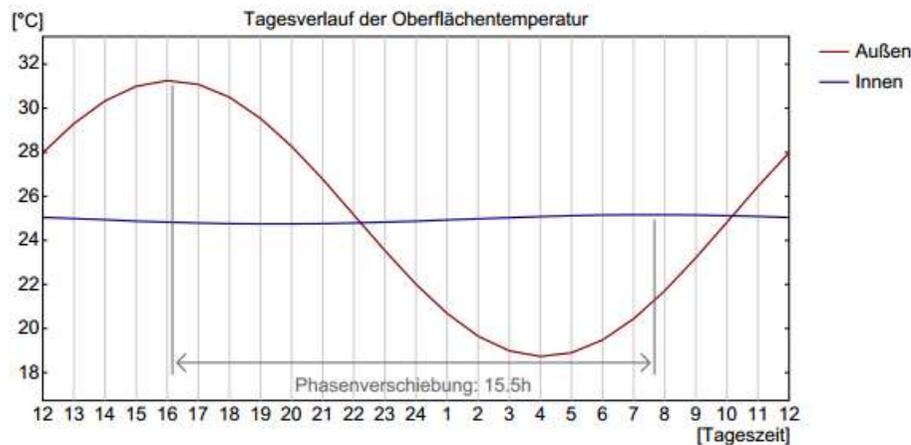


#### 6.4.3.4. Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert.



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



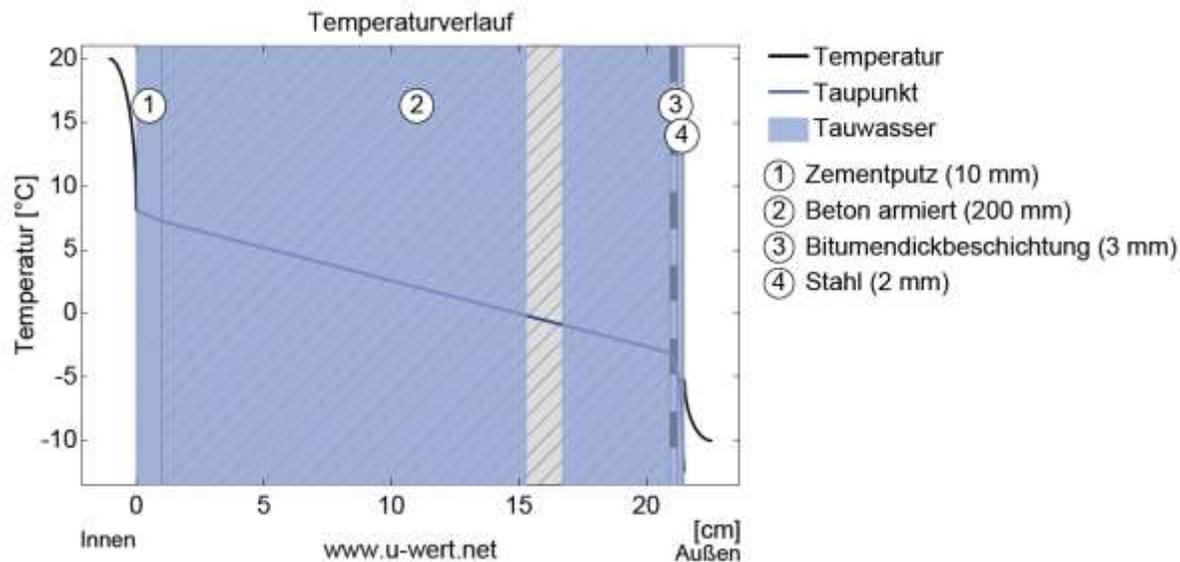
Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

#### 6.4.4. Die Dachkonstruktion



##### 6.4.4.1. Temperaturverlauf

Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.



### 6.4.4.2. Feuchteschutz

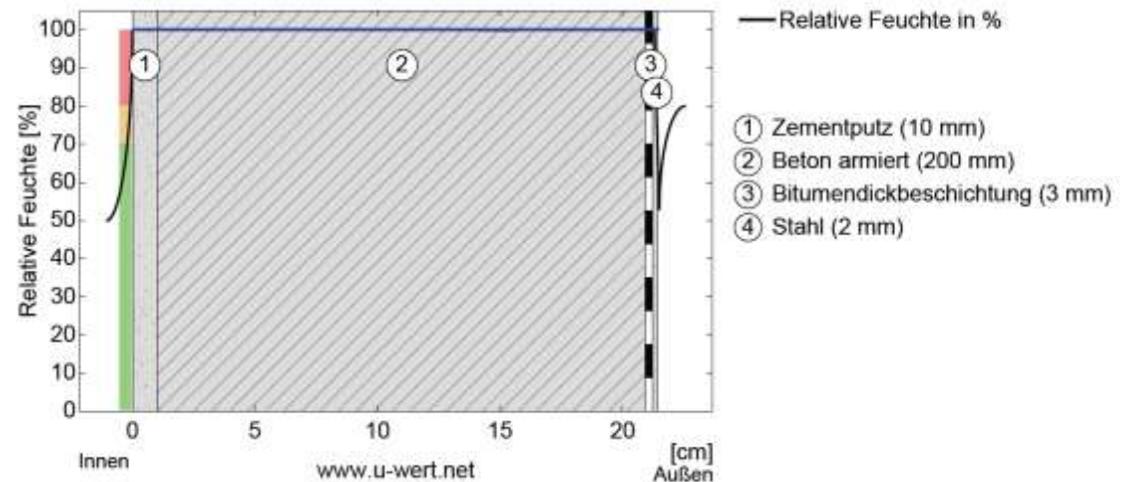
Auf der Innenseite dieses Bauteils wird Luftfeuchtigkeit kondensieren weil die Oberflächentemperatur (8,1°C) unter der Taupunkttemperatur (9,3°C) liegt. Dies wird langfristig zu Schimmelbildung führen. Sie können dies verhindern indem Sie die relative Luftfeuchtigkeit der Raumluft senken oder die Oberflächentemperatur durch(zusätzliche) Wärmedämmung erhöhen. Die Senkung der Luftfeuchtigkeit ist nur in Ausnahmefällen oder als kurzfristige Maßnahme zu

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	8,1	20,0		
1	1 cm Zementputz	1,400	0,007	7,2	8,1	20,0	1,8
2	20 cm Beton armiert (1%)	2,300	0,087	-3,1	7,2	460,0	0,1
3	0,3 cm Bitumendickbeschichtung	0,170	0,018	-5,2	-3,1	3,1	0,0
4	0,2 cm Stahl	50,000	0,000	-5,2	-5,2	15,7	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-5,2		
	21,5 cm Gesamtes Bauteil		0,252			498,8	

empfehlen.

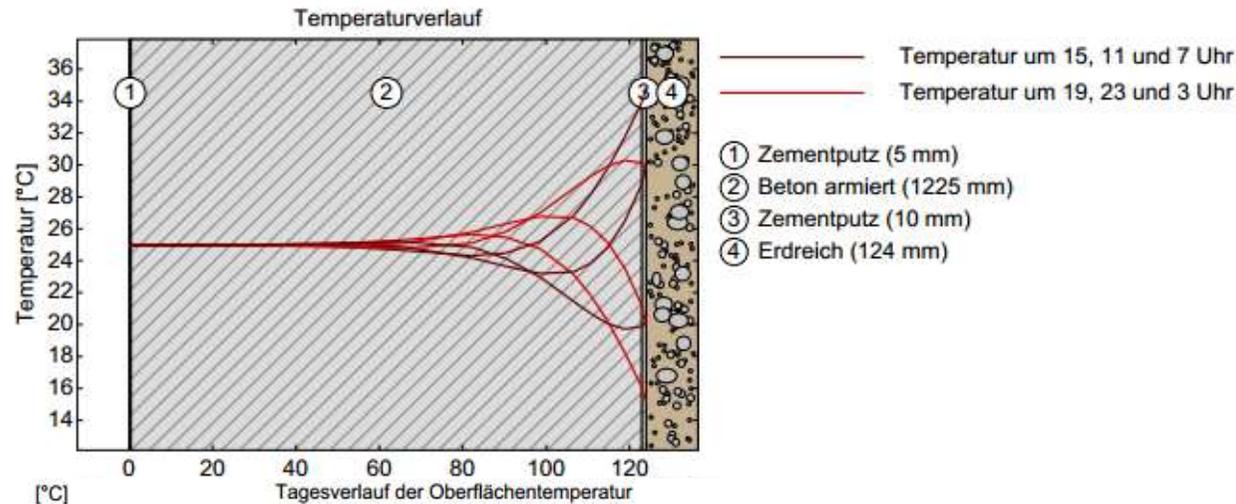
### 6.4.4.3. Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 8,1°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 108% führt. Die meisten Bauschimmelarten gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 80%. Es muss deshalb mit Schimmelbildung gerechnet werden! Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

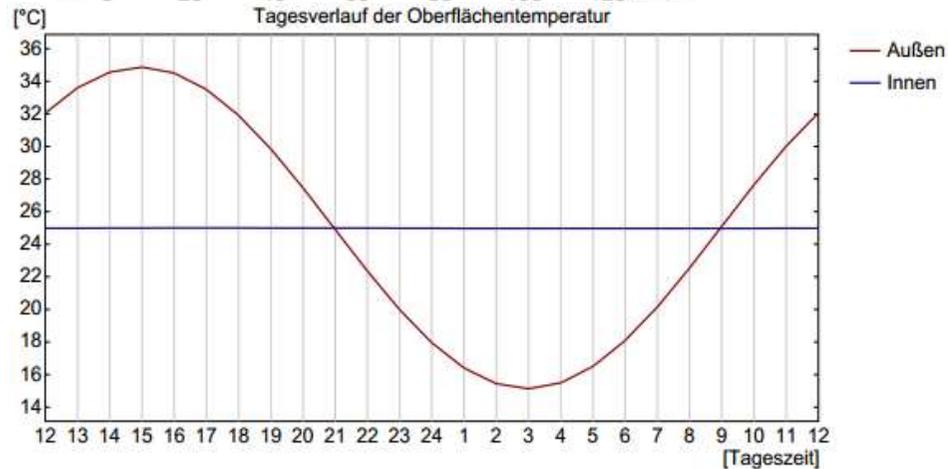


#### 6.4.4.4. Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert.



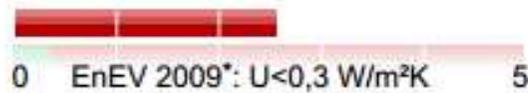
Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

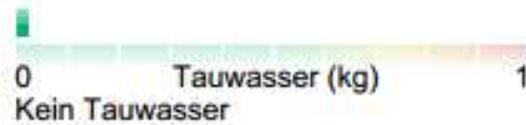
### 6.4.5. Die Bodenplatte

**U = 2,55 W/m<sup>2</sup>K**  
(Wärmedämmung)



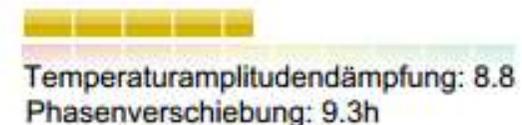
Raumluft: 20°C / 50%  
Außenluft: 0°C / 100%

**Kein Tauwasser**  
(Feuchteschutz)



Tauwasser: 0.00 kg/m<sup>2</sup>  
sd-Wert: 21.9 m

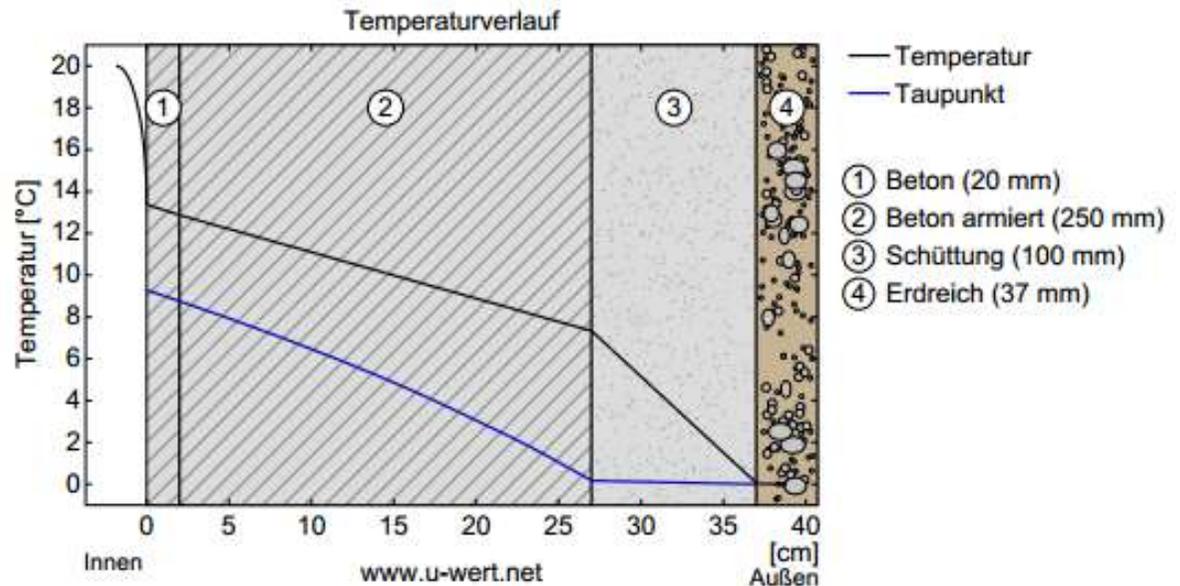
**TA-Dämpfung: 8.8**  
(Hitzeschutz)



Gewicht: 758 kg/m<sup>2</sup>  
Dicke: 37 cm

#### 6.4.5.1. Temperaturverlauf

Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.



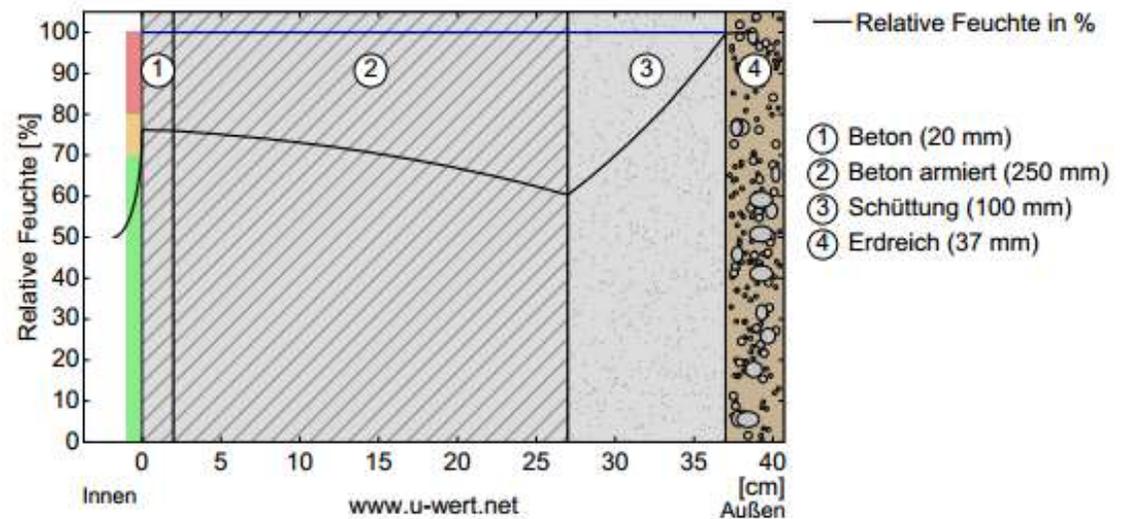
### 6.4.5.2. Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	2 cm Beton	1,60	-	0,0		48,0
2	25 cm Beton armiert (1%)	20,00	-	0,0		575,0
3	10 cm Schüttung (Sand)	0,30	-	0,0		135,0
	37 cm Gesamtes Bauteil	21,90	0,000		0	758,0

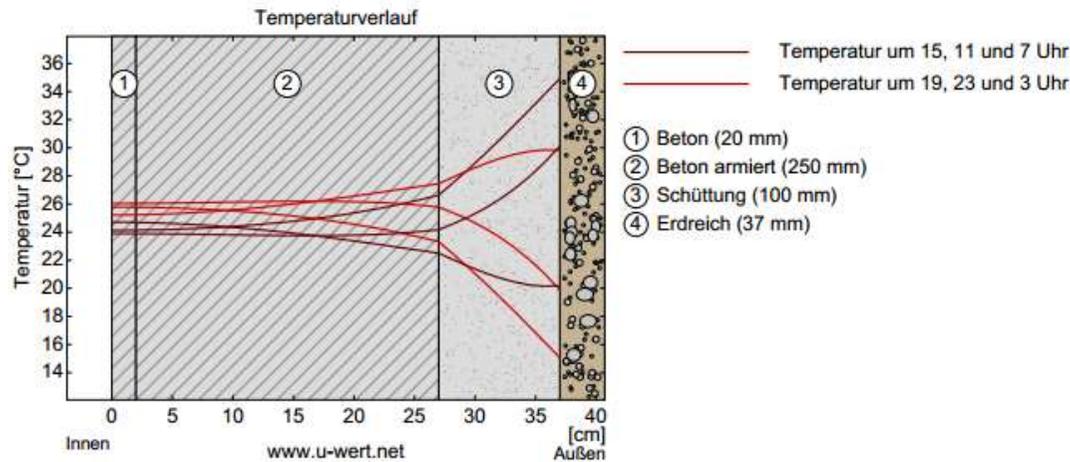
### 6.4.5.3. Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 13,4°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 76% führt. Manche Arten von Bauschimmel gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 70%, Schimmelbildung kann nicht ausgeschlossen werden. Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

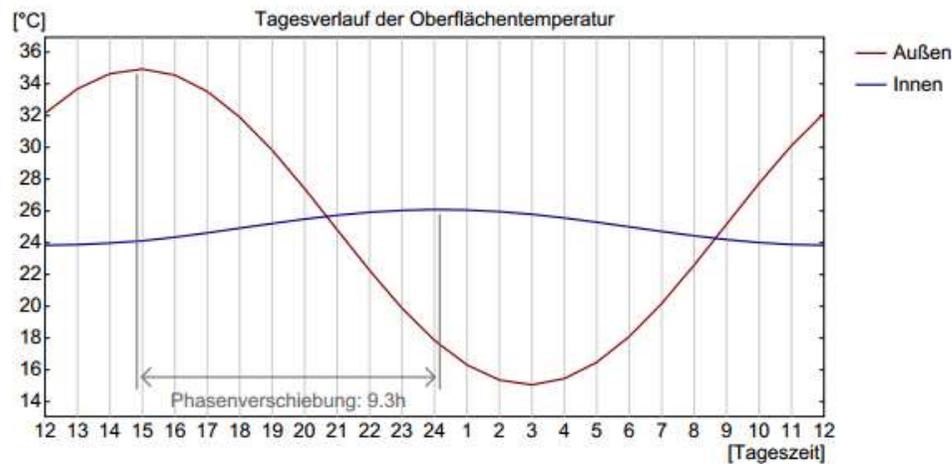


#### 6.4.5.4. Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert.



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## 6.5. Die Auswertung

Unterschiedliche Bauteile lassen sich mit Hilfe ihrer U-Werte hinsichtlich der Dämmwirkung direkt vergleichen. Ein hoher U-Wert bedeutet einen starken Wärmestrom, also hohe Wärmeverluste. Je niedriger der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils. Die Bezeichnung des Wärmedurchgangskoeffizienten ist U-Wert.

### Der Bestand – Bauteile

- Mauerwerk über dem Erdbereich  $1,54 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Stahlbeton im Erdbereich  $1,48 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Stahlbeton über dem Erdbereich  $2,06 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Die Dachkonstruktion  $3,97 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Die Bodenplatte  $2,55 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Fenster mit Isolierverglasung  $2,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

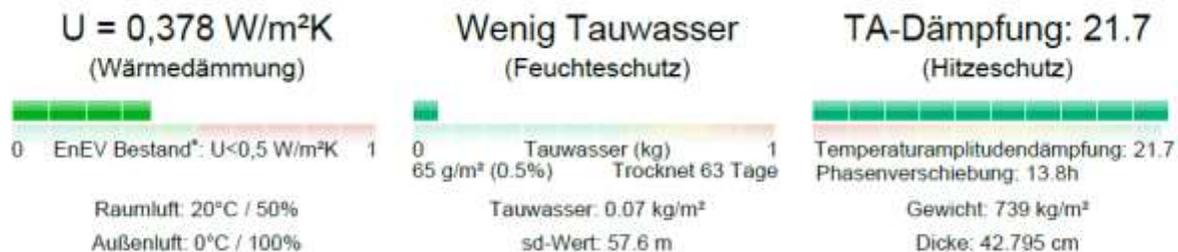
### Ziel

Wärmedämmung auf EnEV-Neubaustandard = Niedrigenergiehaus-Standard  
(d.h. ohne 40% Altbau-Zuschlag)

### Maßnahmen Wärmedämmung

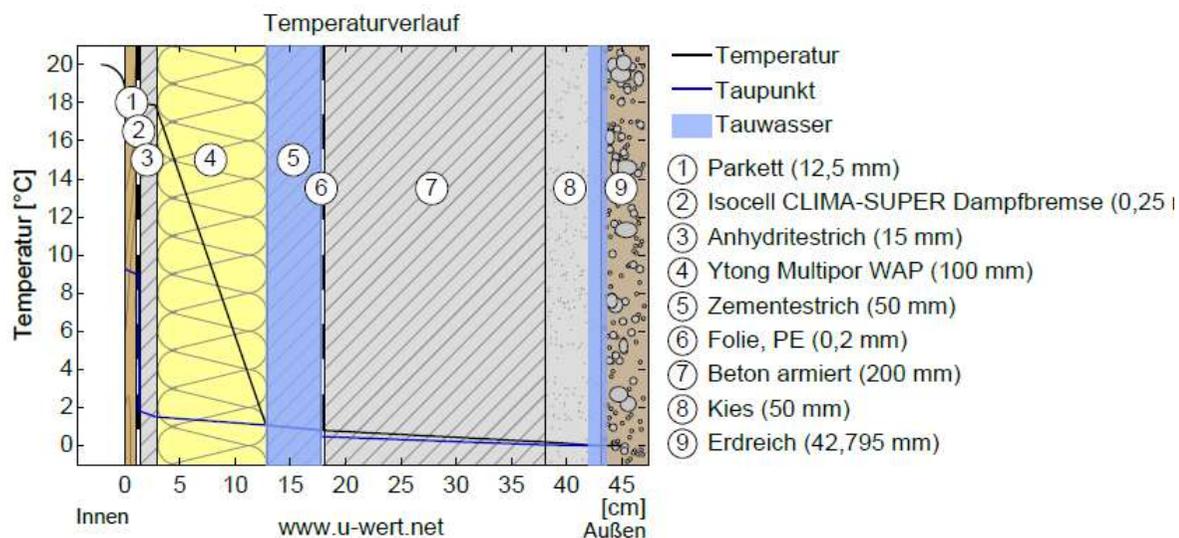
- Dach (U-Wert:  $0,231 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ) – Aufsparrendämmung Ytong Multipor 180 mm
- Außenwand (U-Wert:  $0,225 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ) – Knauf Insulation Fassaden-Dämmplatte TP 432 B 120 mm
- Bodenplatte (U-Wert:  $0,241 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ) – Dämmplatte Jackocare Inside100 mm
- Fenster (Uw-Wert: 1,1 bzw. 1,4  $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ )

## 6.6 Boden im Restaurant: Dachkonstruktion, $U=0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$



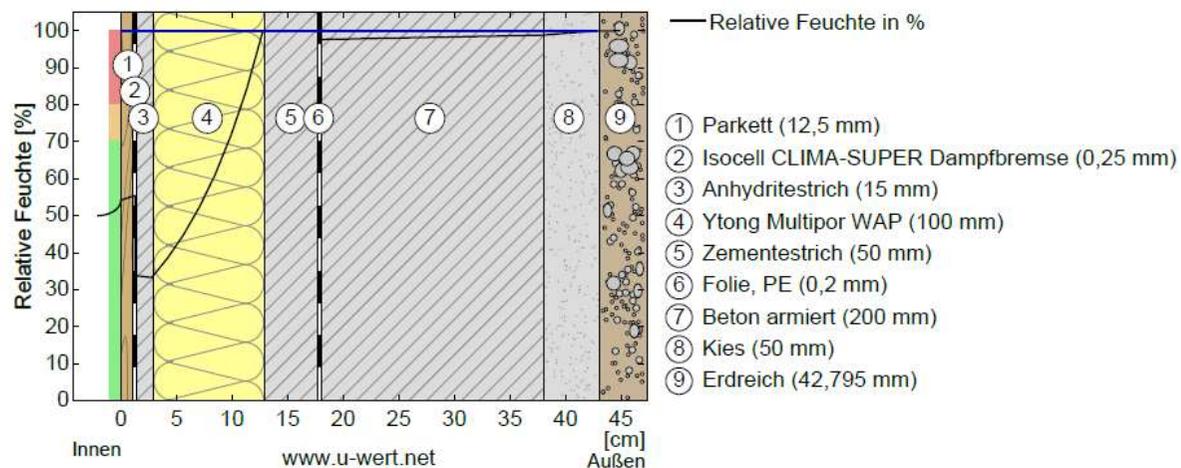
### 6.6.1 Temperaturverlauf / Tauwasserzone

#### Temperaturverlauf / Tauwasserzone



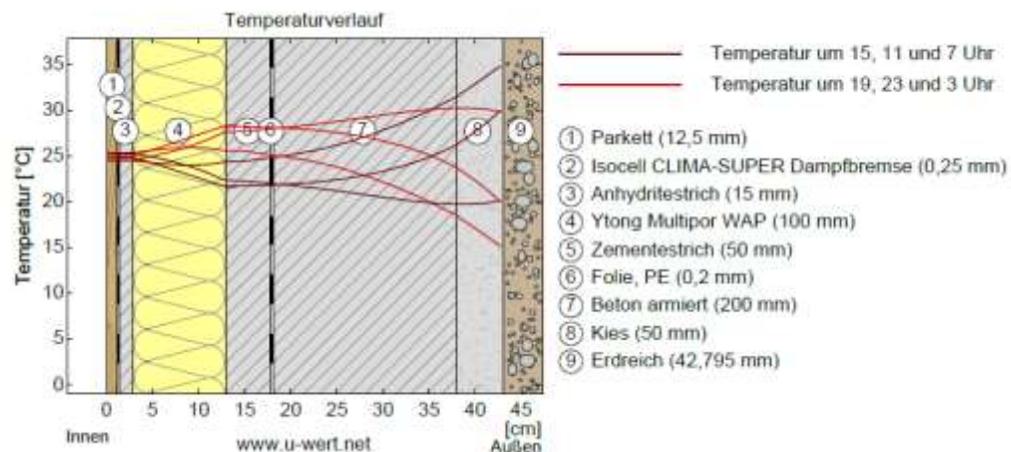
Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

### 6.6.2 Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

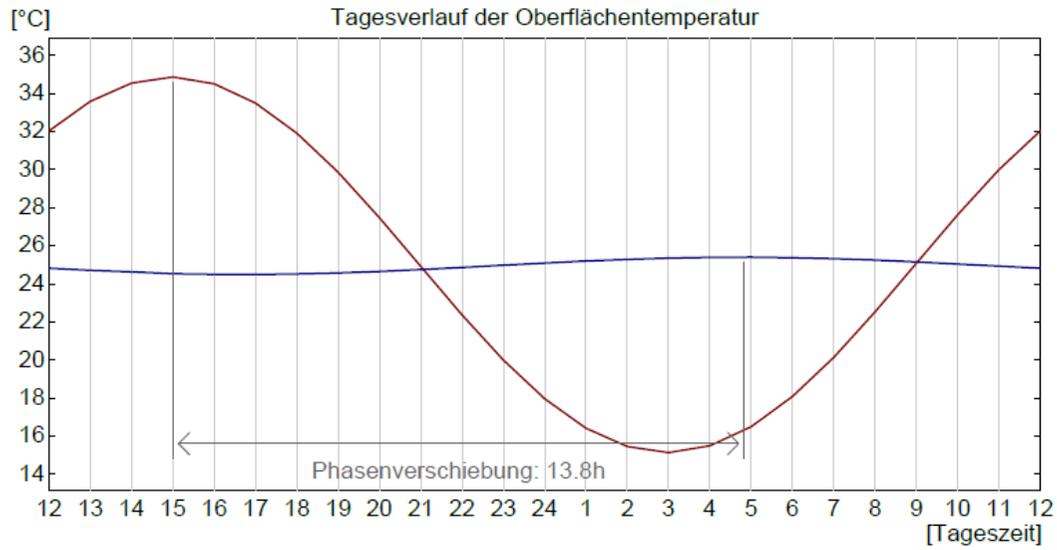


Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,7 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 54% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

### 6.6.3 Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



— Außen  
— Innen

Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

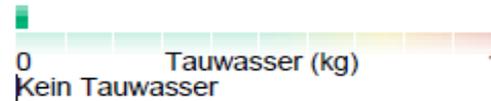
6.7 Dach im Restaurant: Dachkonstruktion,  $U=0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(Wärmedämmung)



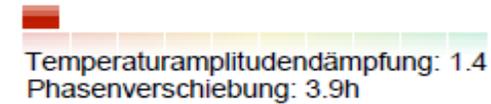
Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$   
Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$

Kein Tauwasser  
(Feuchteschutz)

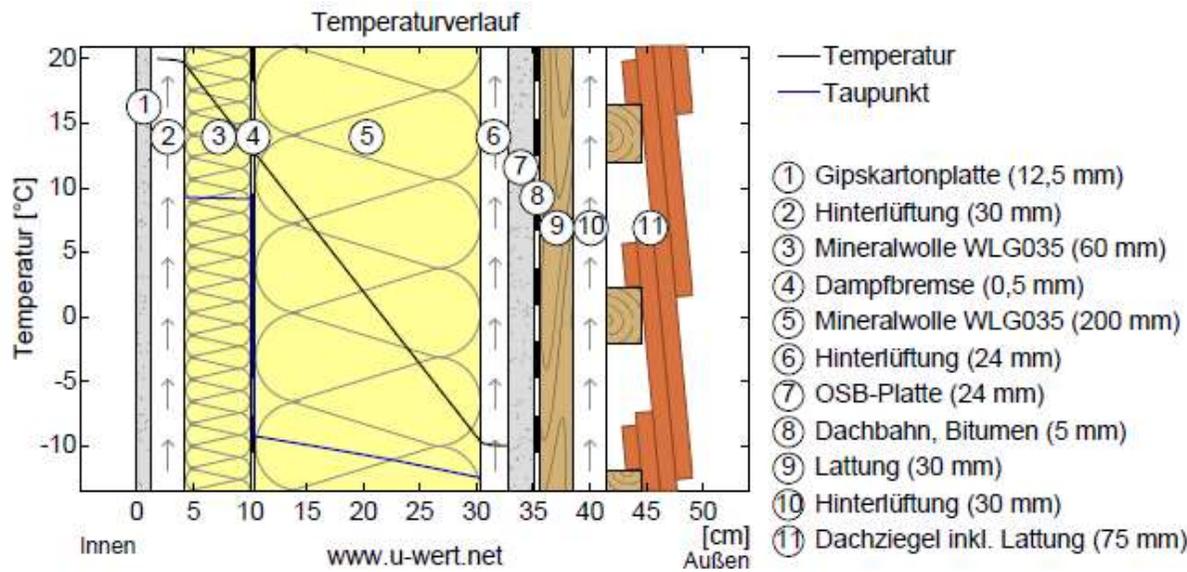


Tauwasser:  $0.00 \text{ kg/m}^2$   
sd-Wert:  $5.5 \text{ m}$

TA-Dämpfung: 1.4  
(Hitzeschutz)

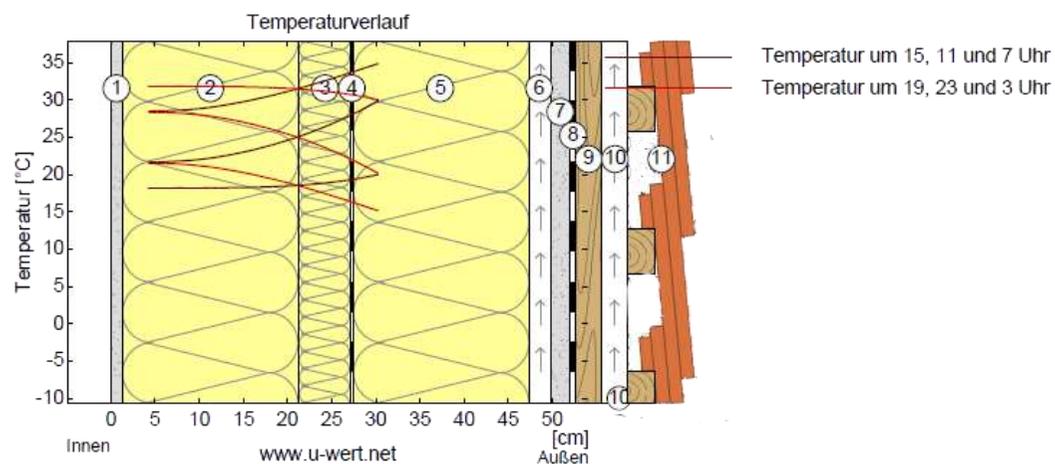


Gewicht:  $134 \text{ kg/m}^2$   
Dicke:  $49.1 \text{ cm}$



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

### 6.7.1 Temperaturverlauf / Tauwasserzone



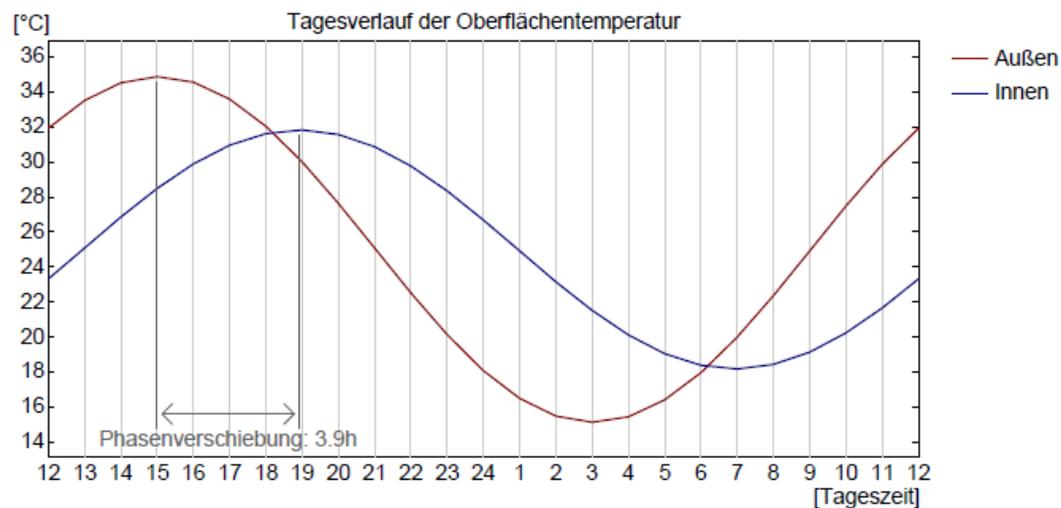
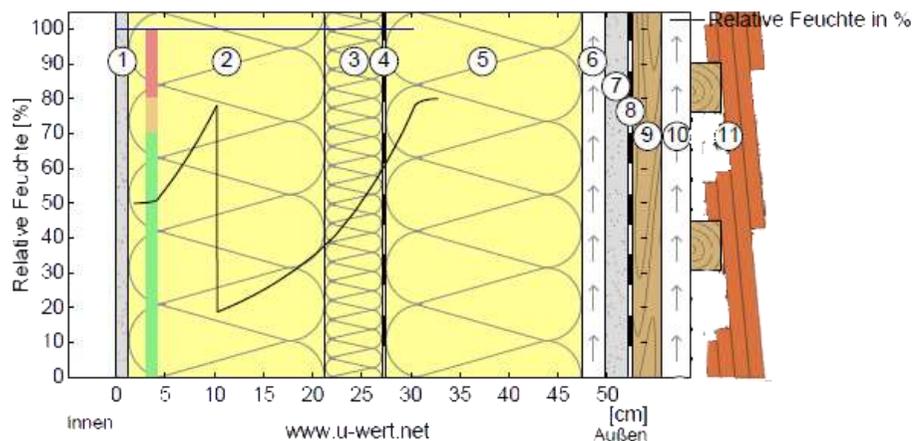
### 6.7.2 Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ] %	Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
3	6 cm Mineralwolle WLG035	0,06	- 0,0		1,2
4	0,05 cm Dampfbremse	5,00	- 0,0		0,1
5	20 cm Mineralwolle WLG035	0,40	- 0,0		4,0
	49,1 cm Gesamtes Bauteil	5,46	0,000	0	134,1

### 6.7.3 Hitzeschutz

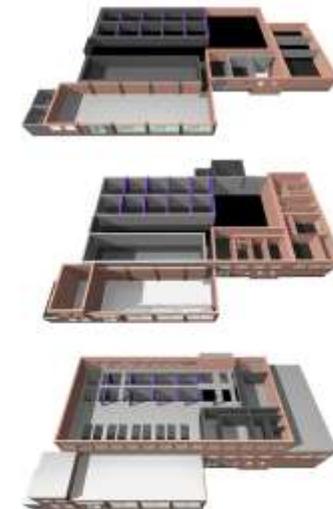
Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,6 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 51% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.



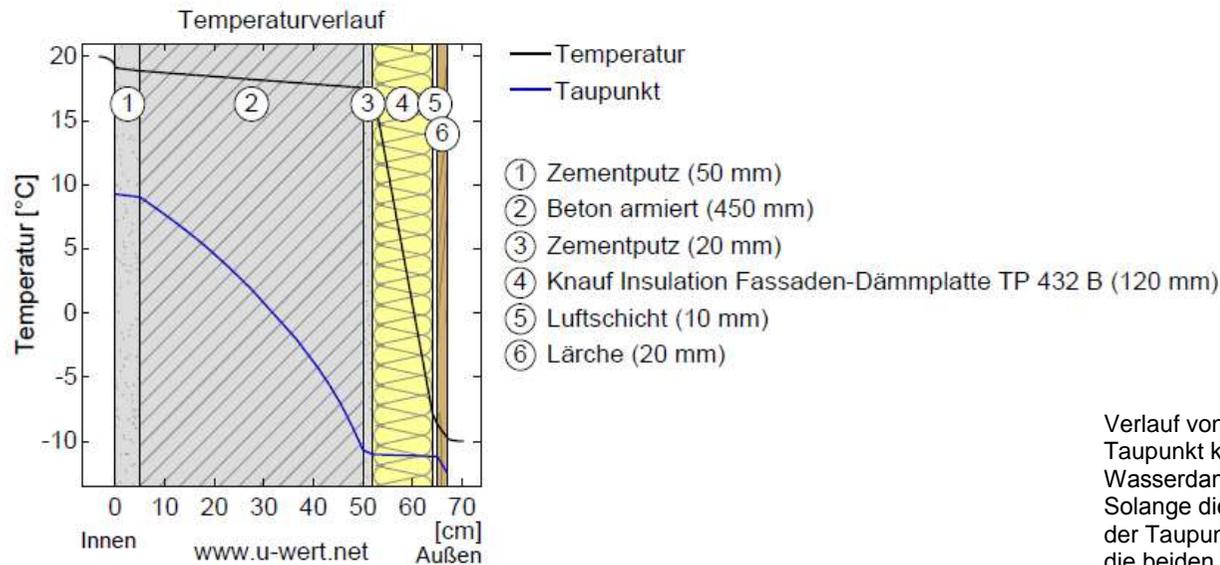
Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## 6.8 Außenwand, $U=0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$

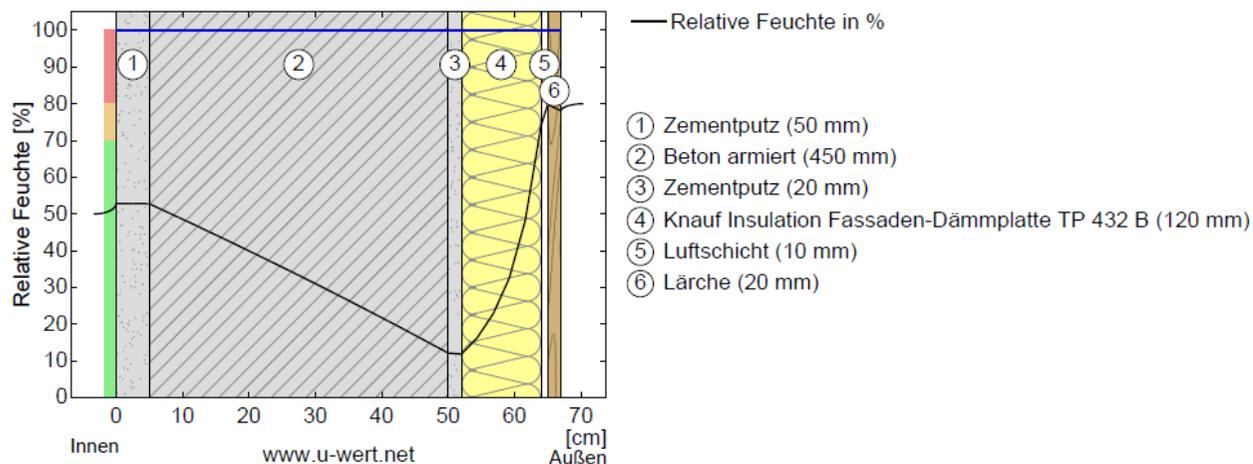


### Temperaturverlauf / Tauwasserzone



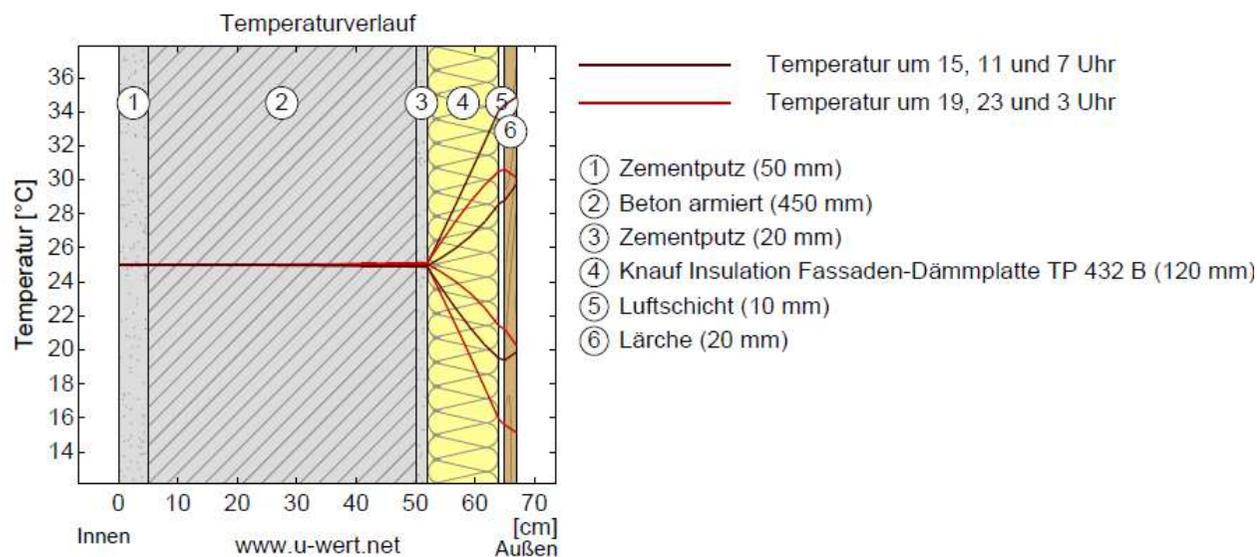
Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

### 6.8.1 Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

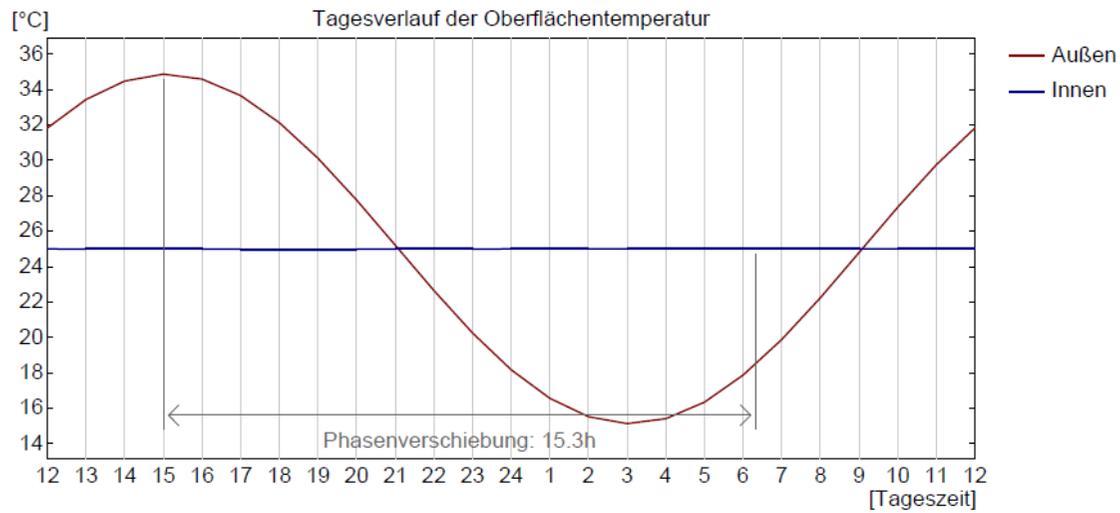


Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt  $19,1^{\circ}\text{C}$  was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 53% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

### 6.8.2 Hitzeschutz



Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.



Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## 6.7 Die Auswertung der neuen Artbauteilen

Unterschiedliche Bauteile lassen sich mit Hilfe ihrer U-Werte hinsichtlich der Dämmwirkung direkt vergleichen. Ein hoher U-Wert bedeutet einen starken Wärmestrom, also hohe Wärmeverluste. Je niedriger der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils. Die Bezeichnung des Wärmedurchgangskoeffizienten ist U-Wert.

### Der neue Bestand – Bauteile

- Der Fussboden im Restaurant - Erdbereich  $0,378 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Die Dachkonstruktion im Restaurant  $0,131 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Die Aussenwand  $0,225 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

### Ziel

Wärmedämmung auf EnEV-Neubaustandard = Niedrigenergiehaus-Standard  
(d.h. ohne 40% Altbau-Zuschlag)

**Fussboden (U-Wert:  $0,378 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) – Ytong Multopor WAP - 100 mm**

**Dach (U-Wert:  $0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) – Mineralwolle WLG035 und Mineralwolle WLG035 - 60 mm und 200 mm**

**Aussenwand (U-Wert:  $0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) –Knauf Insulation Fassaden-Dämmplatte TP 432 B (120 mm)**

## **7 Die Analyse**

Die Planung ist ein logischer und systematischer Prozess, besteht aus mehreren wichtigen Schritten, und ihr Produkt - der Plan ist ein logisches und systematisches Dokument, nicht zufällig aufgezeichnete Anforderungen oder Entwicklungsbedarf der Umgebung.

Der erste Schritt ist die Analyse der Umgebung und deren zu bietende Möglichkeiten. Es ist eine Art Vision, wie man das bestehende Gebäude umnutzen könnte, so dass es für die Gemeinde von Bedeutung ist.

Der zweite Schritt ist eine Erstellung von einem Fragebogen, welchen man zufälligen Respondierten (50 Befragte) vorstellt und sich daraus ein Bild machen kann, welche in der Region fehlen

### **7.7 Die Analyse der Umgebung**

Bei der Analyse der Umgebung ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Welche Möglichkeiten bietet die Umgebung?
- Wie ist die Infrastruktur aufgebaut?
- Wie sieht die Population aus, gibt es freie Arbeitskräfte?
- Was ist besonders an diesem Ort

Nach einer Analyse von der Gemeinde Smizany, wurde eine Liste von Tätigkeiten ausgeschrieben, die man bis zum Jahre 2015 realisieren wird. Dazu gehören:

- Historie und kulturelle Entfaltung
- Umwelt und ökologische Infrastruktur
- Bildung der Jugend und Freizeit
- Tourismus
- Bedingungen für die Entwicklung der Gemeinschaft, Partnerschaften

## **7.2 Die Analyse, Der Fragebogen**

### **7.2.1 Erste Frage**

In der Ersten Frage wurden die Befragten gebeten 8 Bereiche nach Dringlichkeit zu sortieren, wobei die Nummer 1 die Dringlichste ist und 8 die am wenigsten benötigte.

Das Ergebnis endete wie folgt:

1. Sicherheit der Bürger
2. Bildung und Kultur
3. Tourismus
4. Industrie und Wirtschaft
5. Gastronomie
6. Wohnen
7. Landwirtschaft
8. Soziale Betreuung

### **7.2.2 Zweite Frage**

In der zweiten Frage wollten wir wissen, ob die Bewohner mit dem vorhandenen Ausbildungssystem zufrieden sind. Laut den Befragten, ist das Niveau der Ausbildung in den Schulen in der Gemeinde gut (68%), 14% der Befragten sind der Ansicht, dass das Niveau auf einem ausreichenden Niveau ist und 12,5% glauben, dass das Bildungsniveau in Smizany ungenügend ist.

### **7.2.3 Dritte Frage**

In der dritten Frage wurde befragt, ob die außerschulischen Aktivitäten ausreichend sind. 71% der Befragten denken dass es zu wenige Möglichkeiten für praktische Anwendungen in der Bildung gibt, 12,5% glauben dass es ausreichende Möglichkeiten für außerschulische Aktivitäten gibt.

#### **7.2.4 Vierte Frage**

In der vierten Frage wurde ermittelt, welchen kulturellen und gesellschaftlichen Veranstaltungen man sich widmen sollte:

1. Aufführungen (3,09)
2. Ausstellung (3,59)
3. Discos für jüngere (3,65)
4. Konzerte (3,68)
5. Theater (4,17)
6. Bildungs-Konzerte (4,69)
7. Discos für ältere (5,13)

#### **7.2.5 Letzte Frage**

Mit der Letzten Frage wollten wir herausfinden, welche Investitionen im Bereich der Kultur realisiert werden sollten. Die Befragten haben entschieden, dass an erster Stelle eine Rekonstruktion von dem Kulturzentrum benötigt wird, als zweite benötigte Änderung sehen die Bewohner die verlassenen Industriegebäude am Stadtrand. Als dritten Bereich sehen sie eine Investition in Industrie und somit eine Erschaffung von neuen Arbeitsstellen.

### 7.3 Ergebnisse der Analyse

Aus diesen Ergebnissen wurde eine Analyse erstellt.

Es sind wichtige Punkte einzuhalten:

- Erhalten von natürlichen und kulturellen Landschaften
- Berücksichtigung von Bedürfnissen zukünftiger Generationen
- Mitteleinsatz und Einschränkung im Interesse der Allgemeinheit
- Effizienz durch Kosten und Strategien der Langfristigen Nutzung

Das Ergebnis der Analyse ergab das Konzept der neuen Funktionen



Tabelle 18 Einzelne Punkte

## 8. Konzepte

### 8.1 Konzept der neuen Funktionen

Tabelle 19 Funktionen

Das Konzept der neuen Funktionen

Die Umgebung : NATUR -NATÜRLICHE ENTFALTUNG



KÜNSTLICHE EVOLUTION



Die Menschen: KULTUR / BILDUNG



ARBEIT



Die Ökologie: NATÜRLICHE ENERGIE



NATÜRLICHER ROHSTOFF



WACHSTUM <=> WACHSENDE STADT

AUSBILDUNG <=> FACHWISSEN

ENERGIE <=> EFFIZIENZ



DAS GEBÄUDE



DIE KONSTRUKTION



DIE WÄRMEQUELLE

## 8.2 Das architektonische Konzept- die zu behandelnden Gebiete

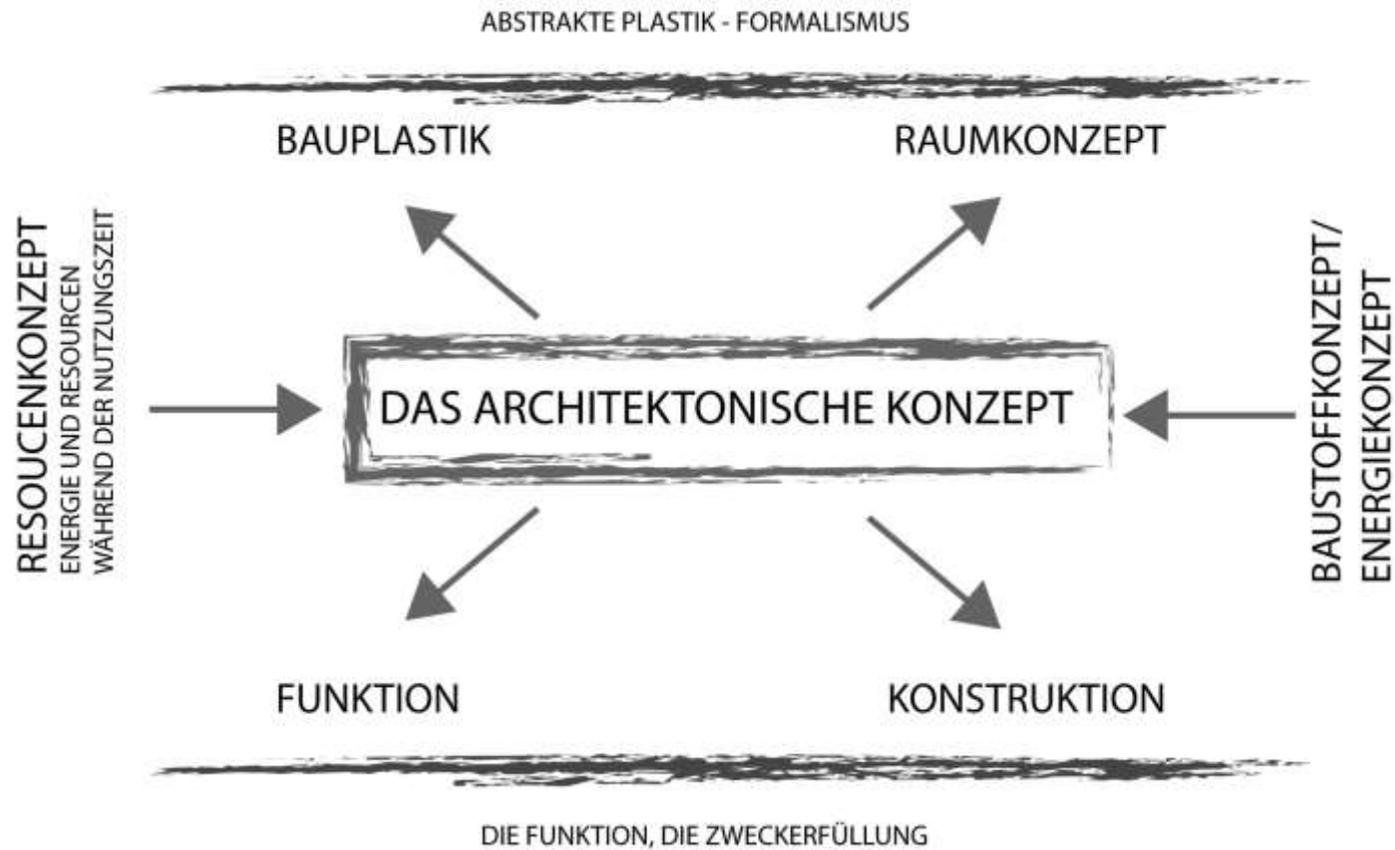
Fragestellungen,:

Welche Nutzung erfordert welches räumliche Konzept?

Wie erschließt sich das Innenleben?

In welcher Beziehung steht ein Gebäude zu seiner Umgebung?

Die Fragestellungen werden auf verschiedenen Ebenen durchleuchtet und mit Hilfe von Fotos, graphischen Darstellungen, Modellbau und Referaten vorgestellt.



Anhand der Betrachtung ausgewählter Kriterien wird die Übereinstimmung wichtiger Komponenten von Funktion, Struktur und Gestalt nachvollzogen. Damit man eine ganzheitliche Architektur schaffen kann, muss eine Einheit zwischen den primär gestalterischen Aspekten, der Bauplastik und Konstruktion und dem Raumkonzept und der Funktion, erarbeitet werden. Die Konstruktion führt zur Bauplastik. Die grundlegenden Qualitäten einer solchen Architektur liegen in den Verhältnissen zwischen dem Raumkonzept und der Funktionen.

Das sekundär gestaltwirksame Kriterium für dieses Gebäude für eine zukunftssichere Architektur ist das Ressourcenkonzept für die Gebäudenutzung wird der Energieverbrauch und die Strahlungsgewinne der Sonne berücksichtigt. Es verhindert unnötige Ressourcenverschwendung während der Lebensdauer der Gebäude. Ein ökologisches Baustoffkonzept verhindert eine unnötig hohe Umweltbelastung beim Neubau und begünstigt das Recycling von Baustoffen beim Abbruch von Gebäuden.

Entsprechend dieser Grundsätze ist es auch unser Ziel, vorhandene Bausubstanz soweit möglich durch Umbau und Altbaumodernisierung zu nutzen, statt bestehende Gebäude komplett abzureißen, zu entsorgen und durch Neubauten zu ersetzen.

Das Raumkonzept entspricht den neuen Funktionen.

Das Gebäude soll als eine Einheit gesehen werden, deshalb müssen auch die jeweiligen Funktionen miteinander verbunden sein.

Die primäre Nutzung des Gebäudes soll im Einklang mit Mensch und Natur sein. Da es die Lage des Gebäudes fast erzwingt wird ein Großteil für die Verarbeitung von Holz genutzt. Es wird eine Industrielle Funktion haben, die den Menschen Arbeit verschaffen soll und zugleich die Natur nicht belasten. Es wird eine Anlage zur natürlichen Holz Trocknung erstellt. Dieser Teil wird auf 3 Ebenen sein und wird eine Grundrissfläche von 640,50 m<sup>2</sup> haben. Es werden Räume für die Arbeiter, wie Umkleiden, WCs und Küche mitentworfen.

Die sekundäre Nutzung ist im Bereich Bildung und Kultur. Es soll gezeigt werden anhand von einer Ausstellung und Seminaren, wie man die Rohstoffe mit wenig Energieaufwand zu einem Endprodukt verarbeitet und welche Möglichkeiten das Bauen mit Holz hat. Die Besucher können sich auf zwei Ebenen mit dem Thema vertraut machen. Auf der dritten Ebene wird den Besuchern ermöglicht die Holz Trocknung mit eigenen Augen zu beobachten. Dazu werden Seminarräume erstellt, wo man sich dem Thema intensiver auseinandersetzen kann.

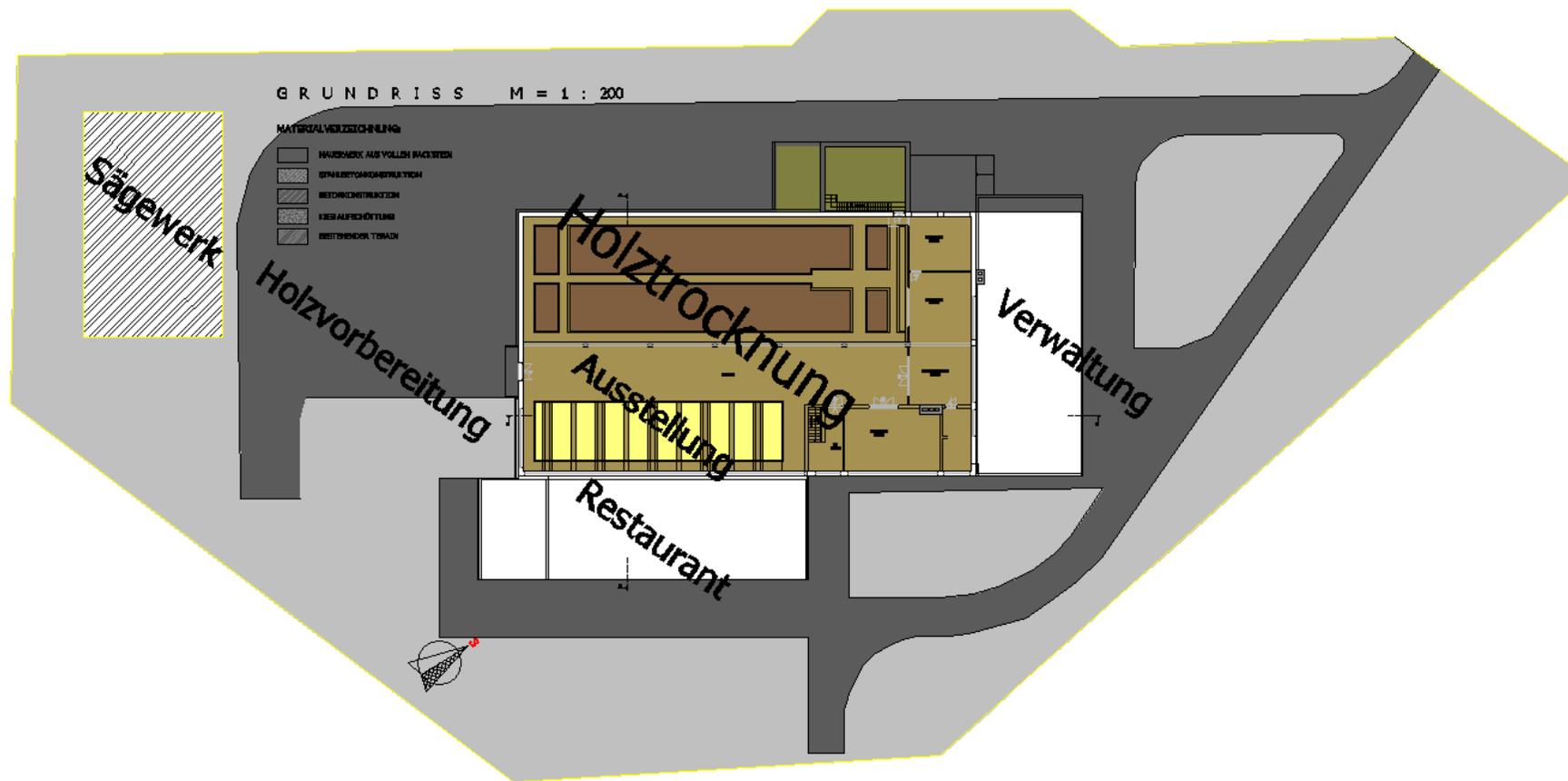
Ein Teil des Gebäudes wird als ein Restaurant mit neuen Konstruktionen konzipiert, damit die Besucher auf eigene Augen sehen können, wie man die Holzkonstruktionen nutzen kann.

Zu den Nutzungen gehört natürlich ein sehr wichtiger Teil und das ist die Verwaltung. Diese wird auf der zweiten Ebene entworfen, so hat man einen direkten Zugang zu allen Funktionen des Gebäudes



## 9.2 Lageplan - detailliert

Abbildung 70 Lageplan 2





Im Erdgeschoss treffen fast alle Funktionen aufeinander.

Die jeweiligen neuen Anordnungen werden auch durch die Eingangsbereiche stark voneinander getrennt. Es befinden sich auf diesem Geschoss vier unterschiedliche Funktionen, die in zwei Bereiche geteilt werden.

Der erste Bereich ist für die Besucher oder Gäste.

Gleich am Anfang der Einfahrt befindet sich der Empfang, wo sich die Gäste orientieren können ob die in die Ausstellung/ Restaurant oder zu den Seminarräumen in das OG gehen möchten.

Auf der Südseite des Gebäudes befindet sich das Restaurant, welches frontal durch große Fensteröffnungen mit der umgebenden Natur verbindet. Von dem Eingangsbereich im Restaurant kann man auch in die Ausstellungsräume gelangen. Die befinden sich auf zwei Ebenen und sind zugleich mit den Seminarräumen im 2.OG verbunden.

Als zweiter Bereich befindet sich im Erdgeschoss der Bereich für die Angestellten, die in der Holzverarbeitungsanlage tätig sind.

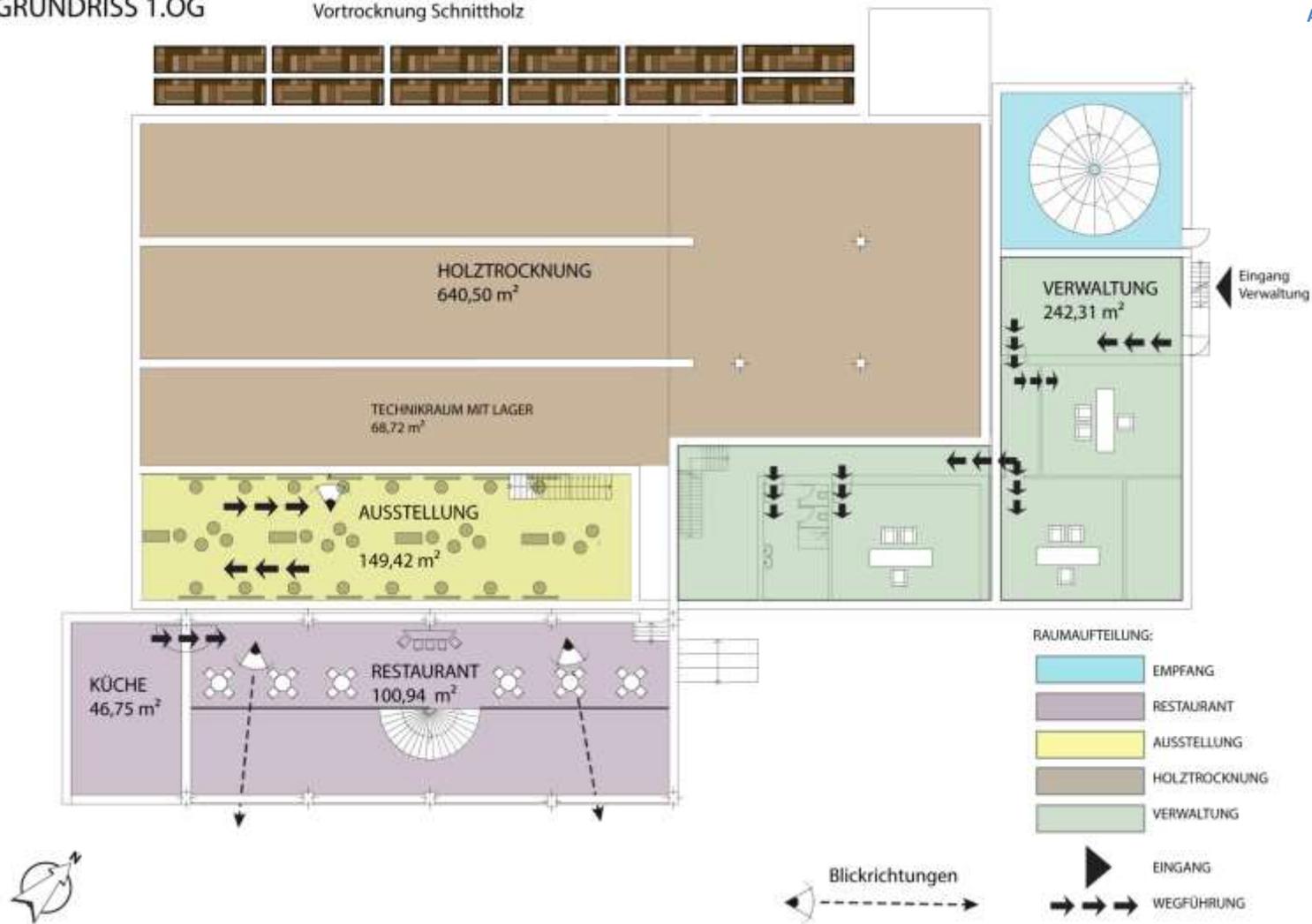
Der Eingangsbereich befindet sich im Westen. In diesem Bereich gibt es für die Angestellten zwei Umkleieräume mit einer Teeküche. Von diesen Räumen gelangen die Angestellten direkt in die Halle. In der Halle selbst gibt es zwei Verbindungen zum Außenbereich: Die An - und Aus – Lieferung.

### 9.3.2 Grundriss 1. OG

#### GRUNDRISS 1.OG

Vortrocknung Schnittholz

Abbildung 72 Grundriss 1.OG



Ähnlich, wie im Erdgeschoss werden auch im 1. Obergeschoss viele Funktionen Vereint.

Es bleiben die Funktionen für die Besucher, jedoch gibt es hier eine neue Funktion der Angestellten.

Im 1.OG befindet sich die Verwaltung, die eigentlich das ganze Gebäude steuert. Daher ist es von Großer Bedeutung, das man von diesem Geschoss zu allen anderen Ebenen gelangen kann.

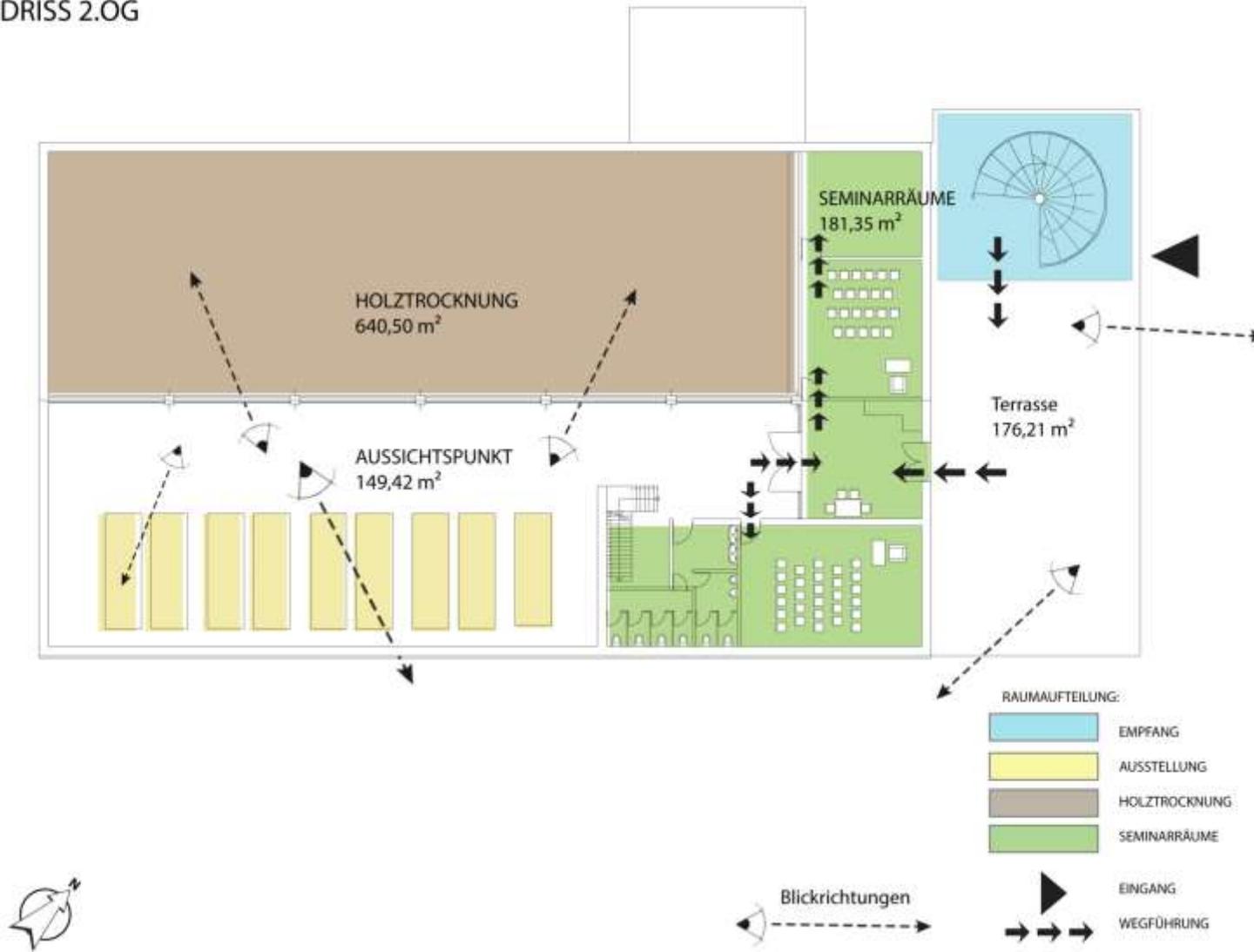
Der Eingangsbereich in die Verwaltung befindet sich auf der Westseite neben dem Empfangsbereich. Es befinden sich hier drei Büros, die jeweils zu den Funktionen der Holz Trocknung, dem Restaurant und der Ausstellung zugeordnet sind.

Von diesem Bereich kann man über ein Treppenhaus in das Obergeschoss, zu den Seminarräumen gelangen, oder in das Erdgeschoss zum Restaurant und zum Ausstellungsraum.

### 9.3.3 Grundriss 2. OG

GRUNDRISS 2.OG

Abbildung 73 Grundriss 2.OG



Das oberste Geschoss ist hauptsächlich für Besucher und eine Weiterbildung gedacht. Man gelangt zu dieser Ebene entweder über den Empfangsbereich durch einen verglasten Kubus, oder man kann aus dem Ausstellungsraum im 1. OG zum Aussichtspunkt ins zweite Geschoss über eine Treppe gelangen.

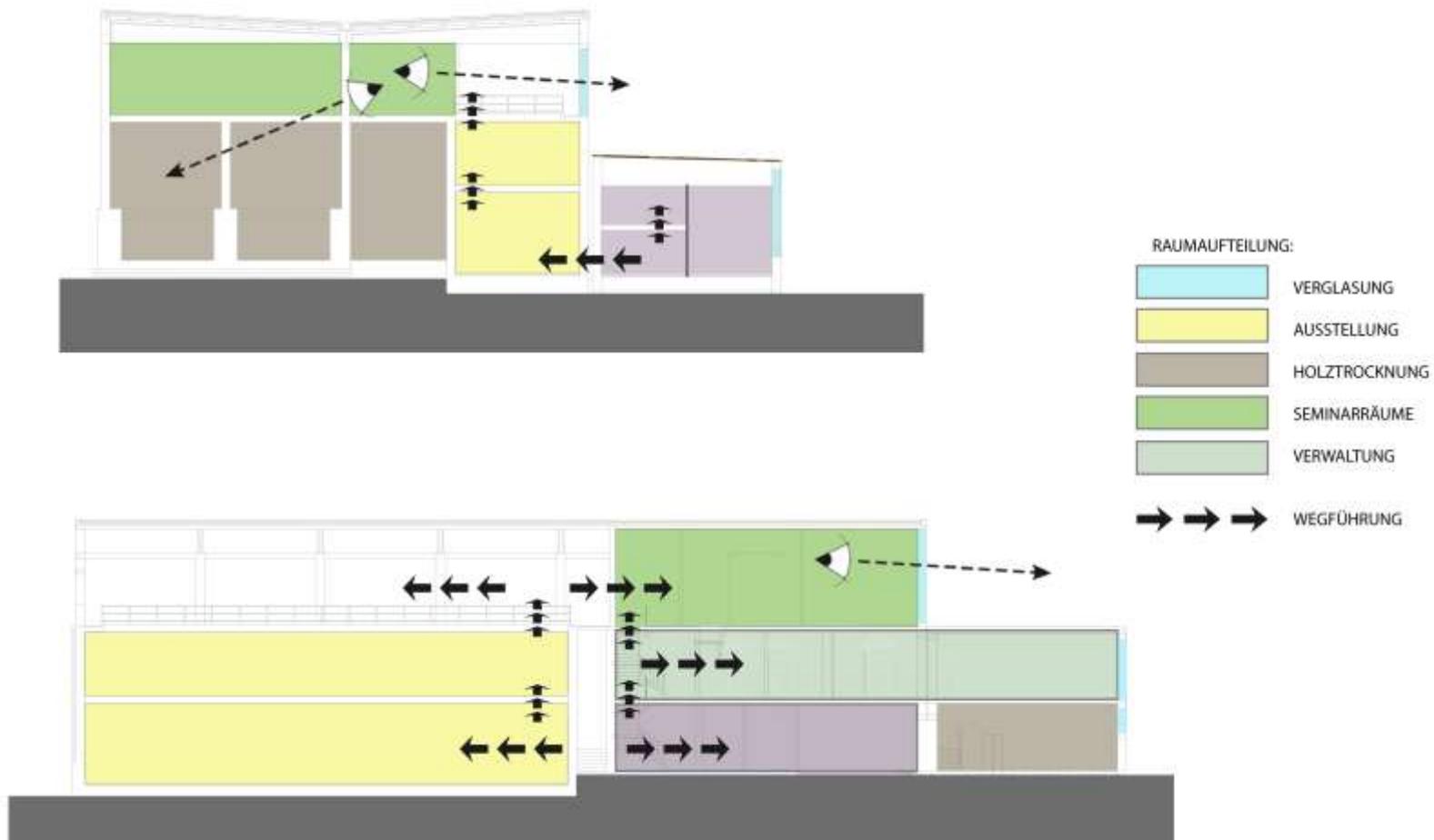
In diesem Bereich befinden sich drei Seminarräume mit Teeküche und ein Aussichtspunkt.

Von dem Aussichtspunkt kann man die Holzverarbeitung hinter geschützten Fenstern besichtigen. Der Raum der Holz Trocknung muss von den anderen Räumlichkeiten wegen dem Raumklima für die Holz Trocknung abgetrennt sein.

### 9.3.4. Schnitte mit Raumaufteilung

Abbildung 74 Raumaufteilung

RAUMAUFTEILUNG IN QUERSCHNITT UND LÄNGSSCHNITT



## 9.4 Schwerpunkt des Entwurfs - Die natürliche Holz Trocknung

### 9.4.1 Die Logistik – vom Baum bis zum Endprodukt

#### Was ist Logistik?

Es ist eine Wissenschaft von Koordination der aktiven und passiven Elemente des Unternehmens, indem er auf die niedrigsten Kosten im Laufe der Zeit, um die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des Unternehmens an den allgemeinen wirtschaftlichen Bedingungen zu verbessern versucht.

Es ist eine Umfassende Optimierung von Materialien, Waren-und Informationsflüsse.

[Tabelle 21 die Infrastruktur](#)

# Die Infrastruktur des Unternehmens:



Fragestellungen zur Logistik:

- Welche Materiellen Ressourcen werden genutzt?
- Wie viel Material, in welcher Menge und wo soll platziert werden?
- In welcher Reihenfolge soll das Produkt hergestellt werden?

- Wie groß müssen die Lagerflächen sein?
- Wie ist die die Struktur der Distributionskanäle?

Materiellen Ressourcen:

Das Gebäude befindet sich in einem Gebiet, wo der Bewaldungsgrad ständig steigt. Die Vorhandenen Ressourcen übersteigen den Wert von der Jährlichen Verarbeitung des Holzes.

In der unmittelbaren Umgebung , in dem Bezirk Spisska Nova Ves, befinden sich Wälder, in denen eine Jährliche Protokollierung von 118 275,70 m3 gekennzeichnet ist.

Bäume allgemein	Protokollierung in m3
Nadelbäume	96 088,10
Laubbäume	22 187,60
<b>Gesamt</b>	<b>118 275,70</b>

Nadelbäume	Fläche in Hektar
Fichte	12 055,64
Tanne	4 271,49
Lärche	1 251,24
Kiefer	3 497,06
<b>Gesamt</b>	<b>21 075,43</b>

### Protokollierung in %

■ Nadelbäume ■ Laubbäume

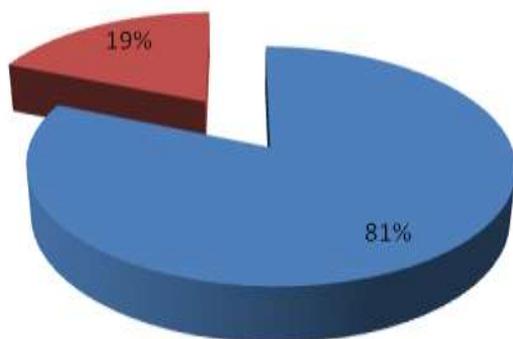
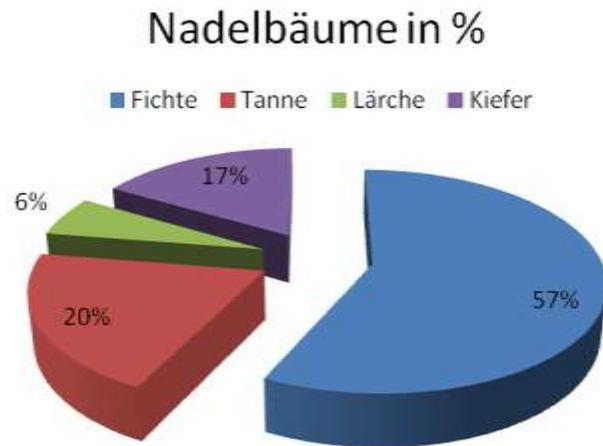


Tabelle 22 Protokollierung

Tabelle 23 Nadelbäume in (%)



Eine Protokollierung ist der Prozess der Holzmassegewinnung von Bäumen, die niedergeschlagen wird. Die Holzgewinnung kann mit einer Axt, eine Säge, eine Kettensäge oder einem Holzvollernter genannt durchgeführt werden.

Der Stamm wird von etwa 20 cm von der Oberfläche der Erde abgesägt, aber es hängt davon ab, was für eine Baumart es ist und was Proportionen hat. Die Baumstämme werden dann anschließend entästet und in kleinere Stücke zerschnitten, sog. Rundholz, werden auf einen Ort zu den Forststraßen weggezogen. Die abgesägten Äste werden in der Regel im Wald verbrennt. Das Rundholz wird mit speziellen Forstschlepper oder mit Zugpferden transportiert. Manchmal wird es direkt im Wald die Baumrinde entfernt.

Größere Unternehmen, die sich mit der Protokollierung beschäftigen, markieren hervor die Bäume mit einer Farbe oder Spray, die zur Abholzung angesetzt sind. Die Waldstämme werden dann mit Lastkraftwagen zum Sägewerk oder Zellstoff abgefahren.

Die verbleibenden Stümpfe sind entweder in den Wäldern zurückgehalten, oder rippen und brennen.

- Das Verfahren der Protokollierung wird durch das Ausmaß Baumausarbeitung und Lage von durchgeführten Arbeitsgängen unterschieden.

**Wir kennen diese Protokollierungsmethoden:**

- **Stammverfahren**
- **Sortiment Verfahren**
- **Baumverfahren**
- **Kombiniertes Verfahren** (gegenseitige Kombination von Methoden, bzw. Kombination von Spanverfahren eine Kombination von Zeit-Raum)

- 1 - Absägen des Baumes mit einem Holzvollernter
- 2 – Aufbereitung auf Spanverfahren
- 3 - Spanverfahren des Baumes mit dem Holzvollernter
- 4 - Laden von Spänen
- 5 - Ablieferung von Spänen
- 6 – Verarbeitung im Werk

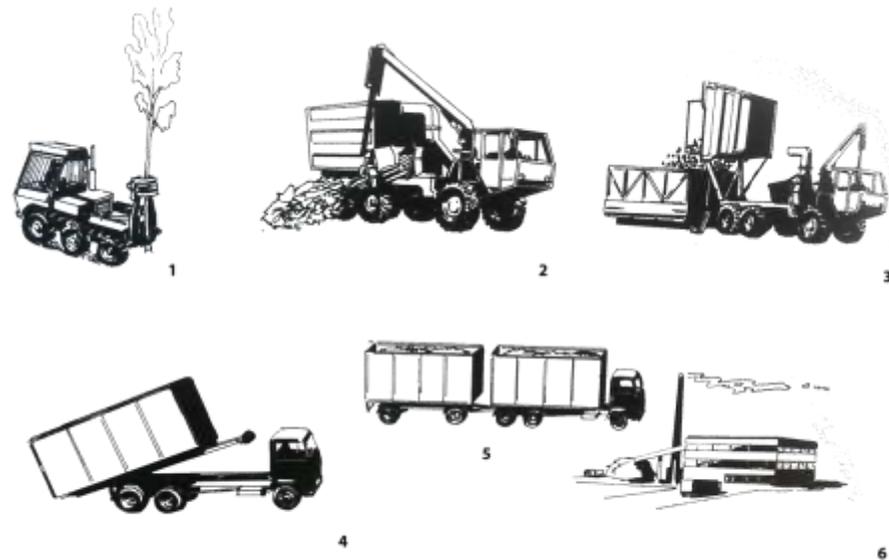
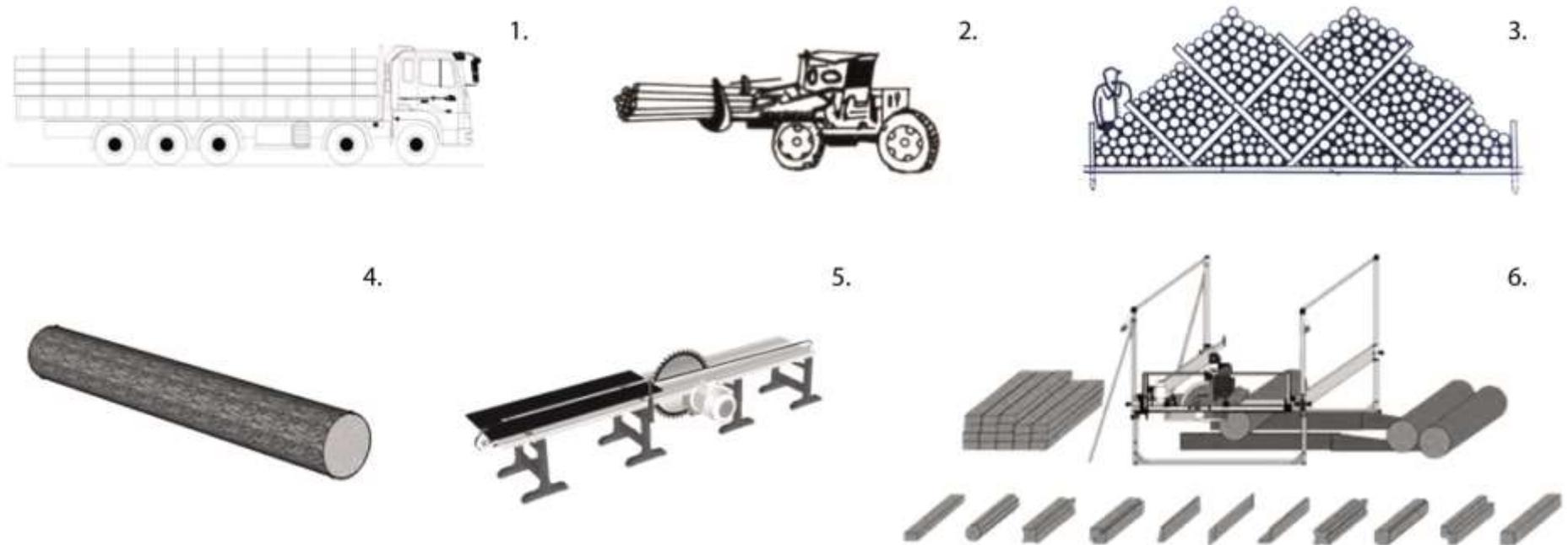


Abbildung 75 Protokollierungsmethoden

### 9.4.1 Das Sägewerk

Das Holz wird als Rundholz auf Das Grundstück gebracht. Dieses wird in einem Sägewerk zu Schnittholz verarbeitet.



- 1 Rundholzeinfuhr mit einem LKW,
- 2 Ausladung und Aufteilung des Rundholzes
- 3 Rundholzstapelung
- 4 Rundholz in bestimmter Länge schon aus dem Wald abgesägt
- 5 Sägewerk je nach Rundholzvolumen geplant
- 6 Im Sägewerk wird das Rundholz auf Brett Holz in erforderlichen Abmessungen angeschnitten

Abbildung 76 Das Sägewerk

### 9.4.2 Die Vortrocknung im Außenbereich

Nachdem man das Holz zu Schnittholz verarbeitet, wird es zu einer Vortrocknung vorbereitet.

Damit keine Risse an dem frischen Holz entstehen, ist es empfehlenswert dieses schon im Herbst aufzustellen. So verlängert man zwar den Prozess der Vortrocknung, aber man kann somit Risse und andere Beschädigungen vermeiden.

Innerhalb von ca. drei Monaten lässt sich vorgetrocknetes, weitgehend verfärbungs- und rissfreies Nadelstammholz erzeugen mit einer optimalen Holzfeuchte im Splint von ca. 25 - 30 %.

Die Benötigte Zeit der Freilufttrocknung, je nachdem, wie die Breite des Schnittholzes ist und wann die Vortrocknung angefangen hat.

Breite vom Schnittholz in mm	Die Endfeuchtigkeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
15-19	30	70	50	30	20	15	10-15	10	15	20	45	105	90
	20	95	70	45	35	25	20	15	20	35	150	135	115
20-24	30	75	55	35	25	20	15-20	15	20	25	50	110	95
	20	100	75	50	40	30	25	20	25	170	155	140	120
24-34	30	90	70	45	35	25	20-25	20	25	35	70	130	110
	20	120	95	65	53	40	35	30	35	195	175	160	140
35-44	30	105	85	55	45	30	25-30	25	30	45	90	145	125
	20	140	115	80	65	45	40	35	40	215	200	180	160
45-54	30	120	100	65	55	35	30-35	30	35	60	110	180	140
	20	160	135	95	75	50	45	45	55	235	220	200	180
55-64	30	135	115	75	65	40	35-40	40	45	80	130	175	155
	20	180	155	110	90	60	50	60	80	255	240	220	200
65-75	30	155	138	95	85	60	50-60	70	85	120	215	195	175
	20	210	180	135	115	90	70	310	300	285	270	250	230

Tabelle 24 Die Vortrocknung im Außenbereich

Die Zeit der natürlichen Holz Trocknung ist abhängig von der Holzart, der Feuchtigkeit, dem Monat wann die Trocknung anfängt, der Lagerung, von der Art und Lage der Stapel und von den klimatischen Bedingungen.

Daher kann man die Zeit der Trocknung mit einer Berechnung nicht genau festlegen. Die klimatischen Bedingungen sind jedes Jahr unterschiedlich, daher kann die Berechnung nur ein ungefähres Ergebnis geben.

Die Beschleunigung der Natürlichen Holz Trocknung kann man erzielen durch:

Regulation der Luftströmung

- Die räumliche Verteilung von Holz
- Der Konstruktion des Stapels

Den Zustand der Luft beeinflussen folgende Faktoren

- Innen- Stapelung und Konstruktion
- Außen- Klimatische Bedingungen, Jahreszeit, Lage. Diese kann man nicht regulieren.

### 9.4.3 Die Lagerhalle – Berechnung und Umsetzung

#### Berechnung der Lagergröße für eine natürliche Holz Trocknung

Grobes Volumen der Stapel.

$$V = b_s \cdot h \cdot l \text{ (m}^3\text{)} \quad (b=\text{Breite der Stapel [m], } h=\text{Höhe der Stapel [m] (ohne Gerüst), } l=\text{gesamte Länge der Stapel [m])}$$

$$V = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 5,0$$

$$V = 11,25 \text{ m}^3$$

Reales Volumen der Stapel.

$$V_r = V \cdot K_o \text{ (m}^3\text{)} \quad (K_o = \text{Koeffizient der Volumenfüllung})$$

$$V_r = 11,25 \cdot 0,315$$

$$V_r = 3,54 \text{ m}^3$$

$$K_o = K_b \cdot K_h \cdot K_l \quad (\text{Koeffizient der Volumenfüllung der Breite } K_b, \text{ der Höhe } K_h \text{ und der Länge } K_l)$$

Koeffizient der Volumenfüllung der Breite  $K_b$

Koeffizient der Volumenfüllung der Breite  $K_b$

$$K_b = b / (b + b_m) \quad (b=\text{Breite des Schnittholzes[mm], } b_m = \text{Breite der Lücken[mm])}$$

$$K_b = 100 / (100 + 30)$$

$$K_b = 0,769$$

*Koeffizient der Volumenfüllung der Höhe  $K_h$*

$$K_h = d / (d + d_p) \quad (d = \text{Dicke des Schnittholzes [mm]}, d_p = \text{dicke der Zwischenlatten [mm]})$$

$$K_h = 30 / (30 + 24)$$

$$K_h = 0,41$$

*Koeffizient der Volumenfüllung der Länge  $K_l$*

$$K_l = l_s / l \quad (l_s = \text{mittlere Länge des Schnittholzes [m]}, l = \text{Länge des Stapel [m]})$$

$$K_l = 5 / 5,0$$

$$K_l = 1$$

Dann kann man den *Koeffizient der Volumenfüllung* auch ausrechnen als:

$$K_o = K_b \cdot K_h \cdot K_l = [b / (b + b_m)] \cdot [d / (d + d_p)] \cdot (l / l_s)$$

$$K_o = 0,769 \cdot 0,41 \cdot 1,0 = [100 / (100 + 30)] \cdot [30 / (30 + 24)] \cdot [5 / 5,0]$$

$$K_o = 0,315$$

Die ausgerechnete Menge der Stapel vergrößern wir um 10 – 15 % unter Berücksichtigung einer Möglichkeit der Produktionserhöhung.

Die Fläche des Lagers berechnet man:

$$F = Q / (h_d \cdot K_{sk} \cdot K_o \cdot K_z) \quad [m^2]$$

Daraus kann man die gesamte Menge des Schnittholzes ausrechnen:

$$132 = Q / (9 \cdot 0,37 \cdot 0,315 \cdot 0,8)$$

$$132 = Q / 0,839$$

$$Q = 110,77 \text{ m}^3$$

Die Anzahl der Stapel im Lager wird berechnet:

$$N = Q / V_r \quad [\text{St.}] \quad (Q - \text{die gesamte Menge des Schnittholzes. } Q = 117,30 \text{ m}^3)$$

$$N = 110,77 / 3,54$$

$$N = 31$$

Die Jahreskapazität des Lagers berechnet man:

$$P = F \cdot h_d \cdot K_{sk} \cdot K_o \cdot (365 / T) \quad [m^3 \cdot r^{-1}]$$

$$P = 132 \cdot 9 \cdot 0,37 \cdot 0,315 \cdot (365 / 365)$$

$$P = 138,5 \text{ m}^3 \cdot r^{-1}$$

(  $h_d$ =durchschnittliche Höhe [m],  $K_{sk}$ =Koeffizient der Flächennutzung es ist das Verhältnis von der Fläche unter der Stapel und der Gesamtfläche 0,35 – 0,40,  $K_o$ =Koeffizient der Volumenfüllung [0,3 – 0,35],  $K_z$  = Koeffizient der Höhenungleichmässigkeit [0.8 – 0.9],  $T$ = Zeit der Trocknung – [Tage] )

#### 9.4.4 Die Aufstellung und Abmessung der Stapel

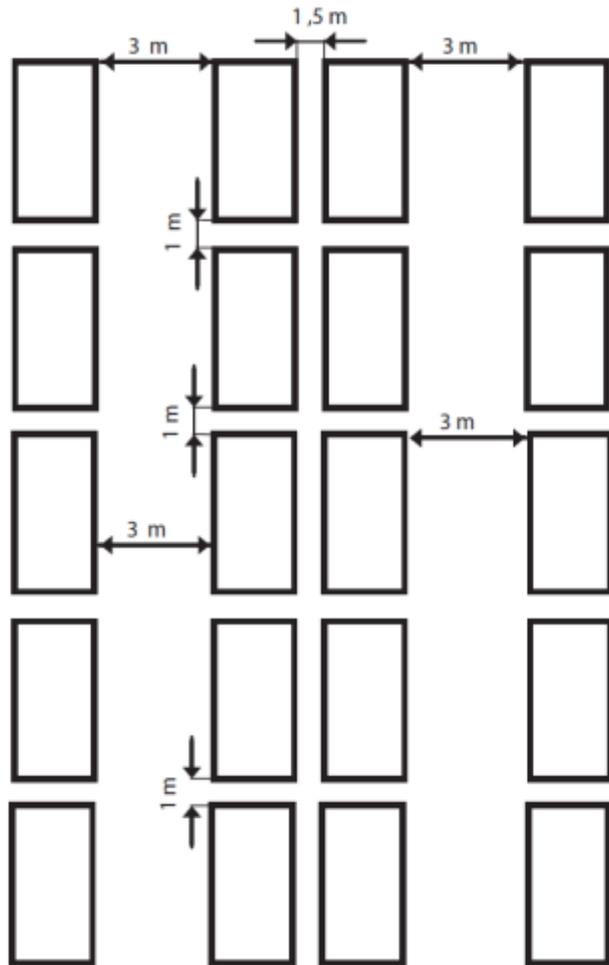


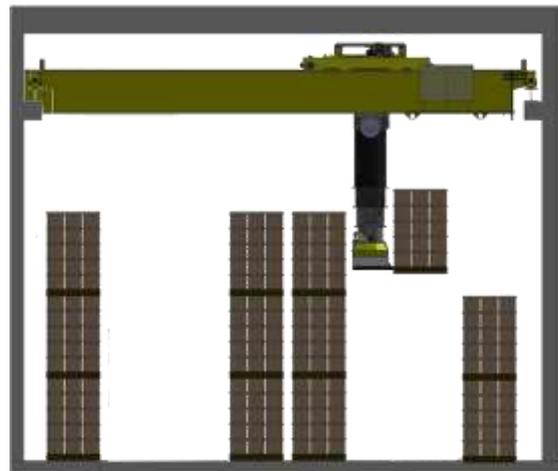
Abbildung 77 Stapel

Die Aufstellung der Stapel verläuft in Querrichtung.

Die Stapel sind abhängig von dem Zuschnitt des Holzes.

Die Straßen zwischen den Stapeln werden 3 m breit sein.

Es ist nach der Stapelart, der Ausrichtung der Hölzer und der Art der mechanischen Mittel entworfen.



Die einzelnen Stapel werden mit Hilfe von einem Kran in bestimmte Richtungen verschoben. Dieses Verfahren wird in den weiteren Abbildungen dargestellt.

Abbildung 78 Verschiebung mittels Kran

#### 9.4.5 Der Weg des Holzes – von der Anlieferung bis zum Endprodukt

Abbildung 79 Anlieferung und Verarbeitung



## Die Anlieferung und Verarbeitung

Das Holz wird nach der Protokollierung auf das Grundstück gebracht. Dieses wird zu Schnittholz verarbeitet. Danach wird es zur Vortrocknung an der frischen Luft vorbereitet. Es wird zu Stapeln aufgestellt und in dieser Form wird das Holz je nach Jahreszeit bis zu 3 Monaten auf eine Holzfeuchtigkeit von 30% vortrocknet. Die Bodenfläche der Vortrocknung wird durch Betonplatten verstärkt, damit keine Vegetation die Holzstapel angreifen kann. Die Betonplatten werden verwendet aus Konstruktionen von dem Bestand, die nicht mehr gebraucht werden.



## Der Weg in die Lagerhalle

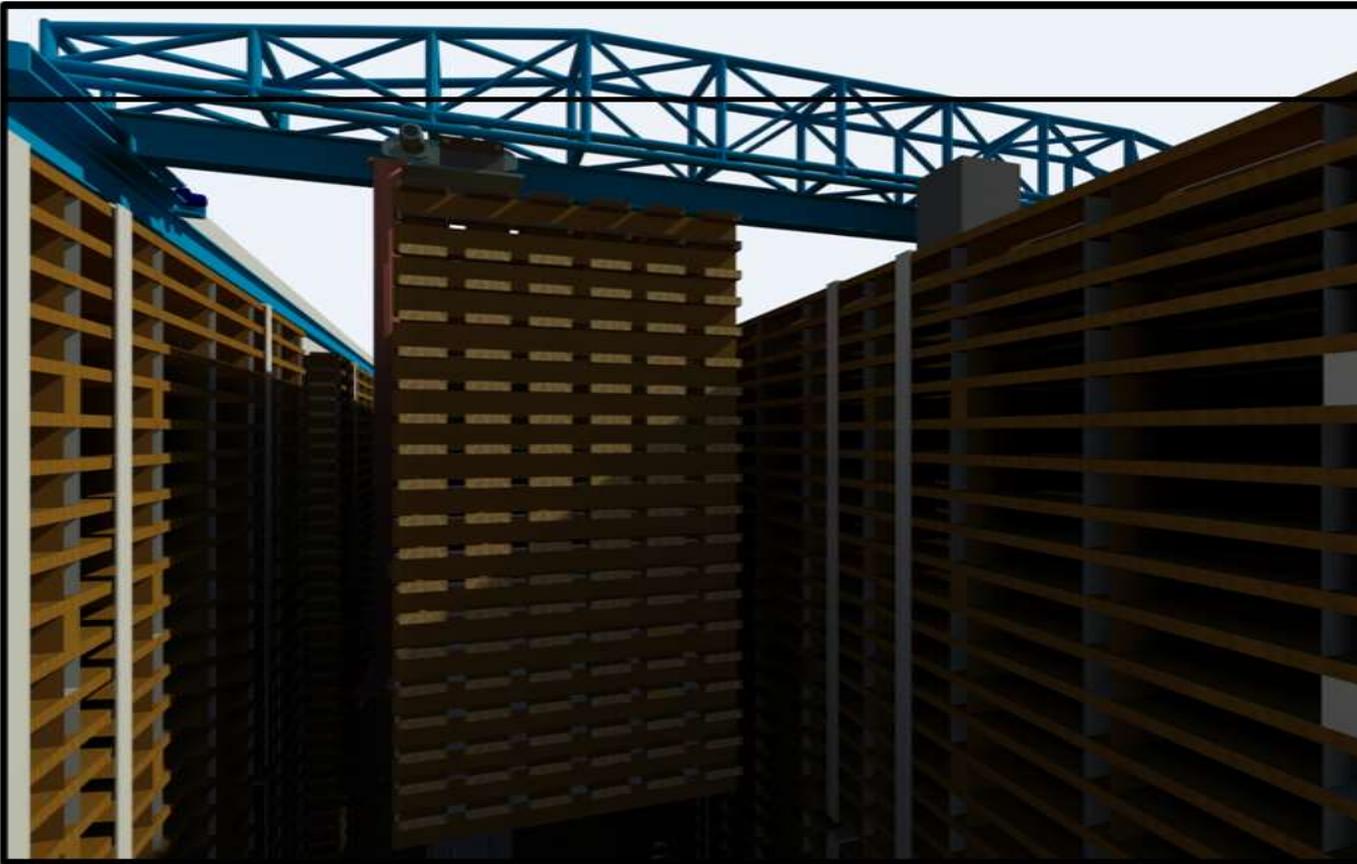
Nachdem das Holz die gewünschte Holzfeuchte erreicht hat, wird es mittels von Schienen in die Lagerhalle gebracht.

Das gestapelte Holz wird mit einem Gabelstapler von der Fläche der Vortrocknung auf die Schienen gebracht.

Die schienen führen das Holz direkt in der Halle, wo es dann von Hilfe eines Krans verteilt wird.

In der Lagerhalle verteilt diese Stapel ein Kran, der sich durch die ganze Halle frei bewegen kann.

Abbildung 80 Weg in die Lagerhalle



In der Lagerhalle verteilt die Stapel ein Kran, der sich durch die ganze Halle frei bewegen kann.

Die einzelnen Stapel sind miteinander verbunden.

Sie werden auf kleine Konsolen aufgeschoben, die einen Umfall vermeiden sollen.

## Die Verteilung der Stapel

Abbildung 81 Verteilung der Stapel



## Die Vorbereitung und Regulierung

In dem hinteren Teil der Lagerhalle wird ein Podest aufgestellt, von dem man über eine Schalteranlage den ganzen Prozess der Bewegung der Stapel Regulieren kann.

Dieser Platz steht auch für die Verpackung und der Vorbereitung von dem Stapelholz zur Verfügung.

Nach der Aufbereitung wird das fertig getrocknete Holz über eine Rampe in den Außenbereich gebracht.

Abbildung 82 Vorbereitung und Regulierung



Auf den Wänden, die die Holzstapel trennen, sind Installationen für eine Luftströmung entworfen.

## Die Verteilung der Luftströmung in den Stapeln

Abbildung 83 Verteilung der Luftströmung in den Stapeln



Wenn das getrocknete und verpackte Holz in den Außenbereich gebracht wurde, kann es mit einem

## Die Vorbereitung und Regulierung

Abbildung 84 Vorbereitung und Regulierung

## 9.5 Die Verwaltung

Die Verwaltung ist eine Organisation mit dem Auftrag des Verwaltens (Administration). Der Auftrag des organisierten Verwaltens besteht aus einem Aufgabenkomplex, der das zeitnahe, aufgabenbezogene Erfassen, Betreuen, Leiten, Lenken und das Verantworten dynamischer Systeme nach stabilen Vorschriften verwirklicht. In diesem Sinne betreiben alle bürokratisch strukturierten Betriebe in Politik, Religion, Wirtschaft und Kultur Verwaltungen.

So wie sich Büroarbeit organisiert und festlegt, so wirkt sie auch auf die dazu nötigen räumlichen Entsprechungen.

### 9.5.1 Funktionsschema Verwaltung

Die Büros sind zugänglich über einen gemeinsamen Eingangsbereich mit Rezeption.

Die jeweiligen Büroräume sind als 3 Großraumbüros angedacht mit 54, 42 und 39 m<sup>2</sup> Flächeninhalt. Diese können beliebig nach Bedarf organisiert werden mit mehreren Arbeitsplätzen.

In dem Verwaltungsabteil sind Sozialräume mit Umkleide vorgesehen.

Über ein Treppenhaus hat man eine direkte Verbindung zu den anderen Betrieben.

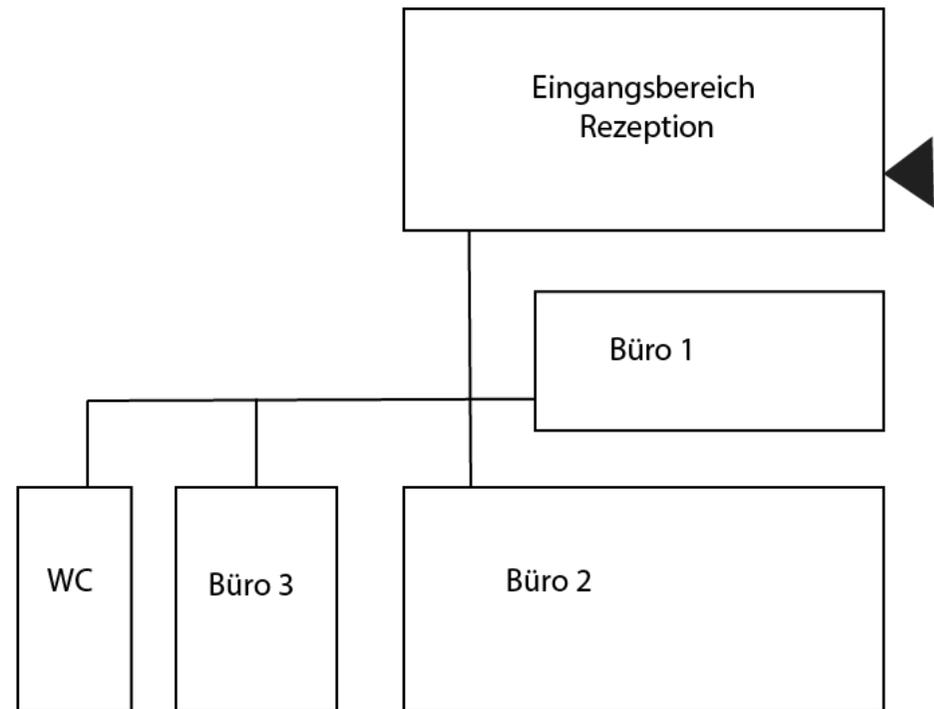


Tabelle 25 Funktionsschema Verwaltung

### 9.5.2 Grundriss Verwaltung

1. Eingangsbereich, Rezeption
2. Büro 1
3. Büro 2
4. Büro 3
5. Sozialanlagen und Umkleiden

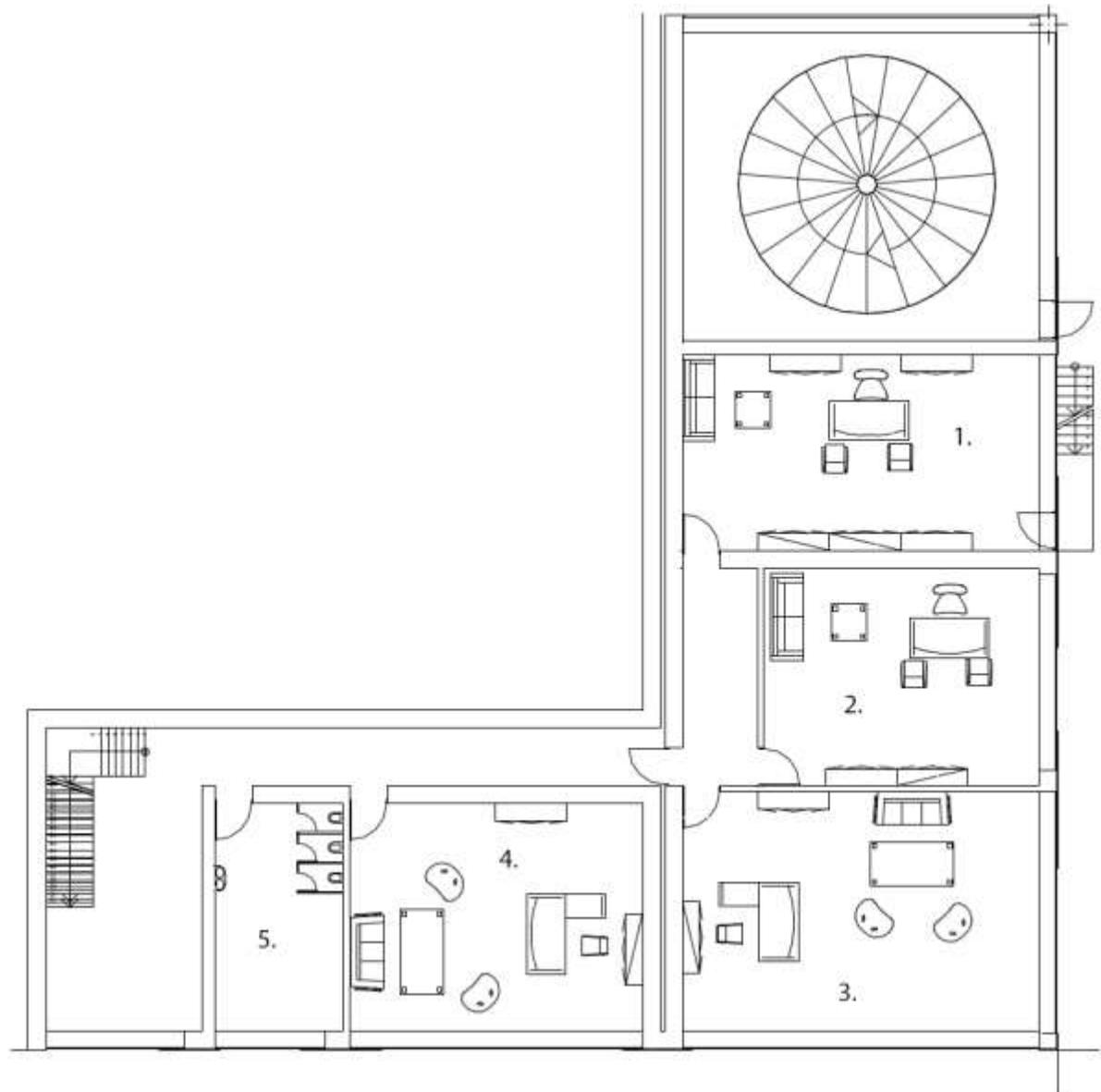


Abbildung 85 Grundriss Verwaltung

## 9.6 Die Ausstellung und Seminarräume

Um eine möglichst umfassende Anwendung von Holz und neue Ansätze von Architekten und Designer zu präsentieren wird eine Ausstellung, die die Darstellung und Verwendung von Holzprodukten hervorheben soll.

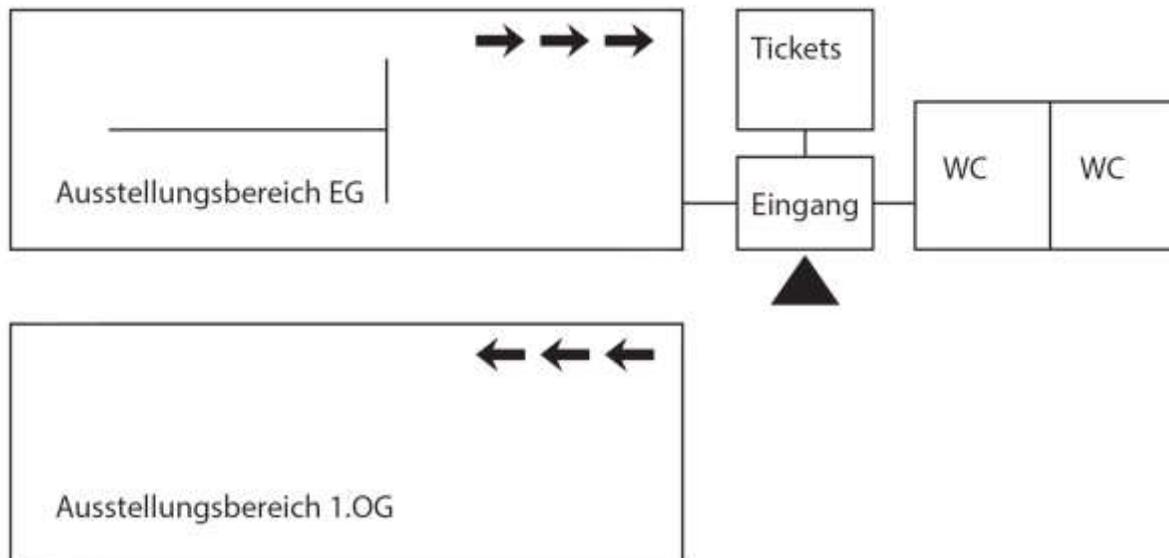
Die Räume: Ausstellungsräume für künstlerische und wissenschaftliche Werke sollen diese

- Schützen vor Zerstörung, Diebstahl, Feuchtigkeit/Trockenheit, Sonne und Staub
- Im besten Lichte zeigen, das geschieht zweckmäßig durch gute Raumaufteilung

Das Ausstellungsgut soll von den Besuchern ohne Ermüdung gesehen werden. Das bedingt begrenzte weiträumige Anordnung, Abwechslung und entsprechende Raum Form und -folge.

### 9.6.1 Funktionsschema Ausstellung

Tabelle 26 Funktionsschema Ausstellung



Gesamtlage: es wird kein endloser Rundgang, sondern vom Eingang ausstrahlende Wege, die sich abseits der Räume für Verpackung, Versand, Verwaltung, Vortragssälen und den Werkstätten befinden. Es muss ein Standardklima festgelegt werden, damit die ausstellenden Werke nicht durch falsche Klimaverhältnisse beschädigt werden. Besonders vorsichtig muss man bei der Luftfeuchte sein, wenn man Produkte aus Holz ausstellt.

Es wird nicht nur reine Ausstellungsfunktion haben, sondern es wird auch ein Kulturelles Zentrum mit Vorträgen und Werkstätten.

### 9.6.2 Grundriss Ausstellung

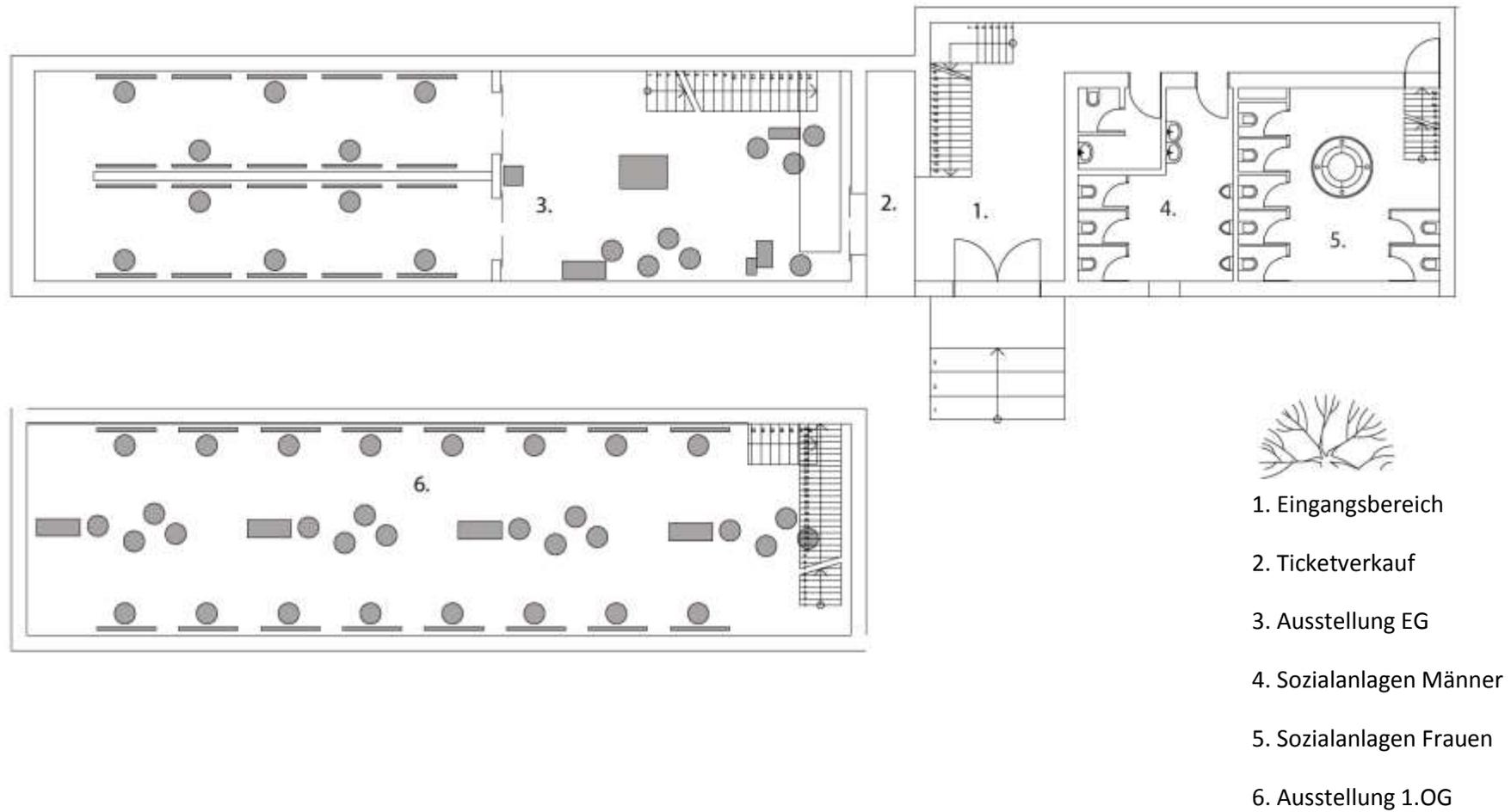


Abbildung 86 Grundriss Ausstellung

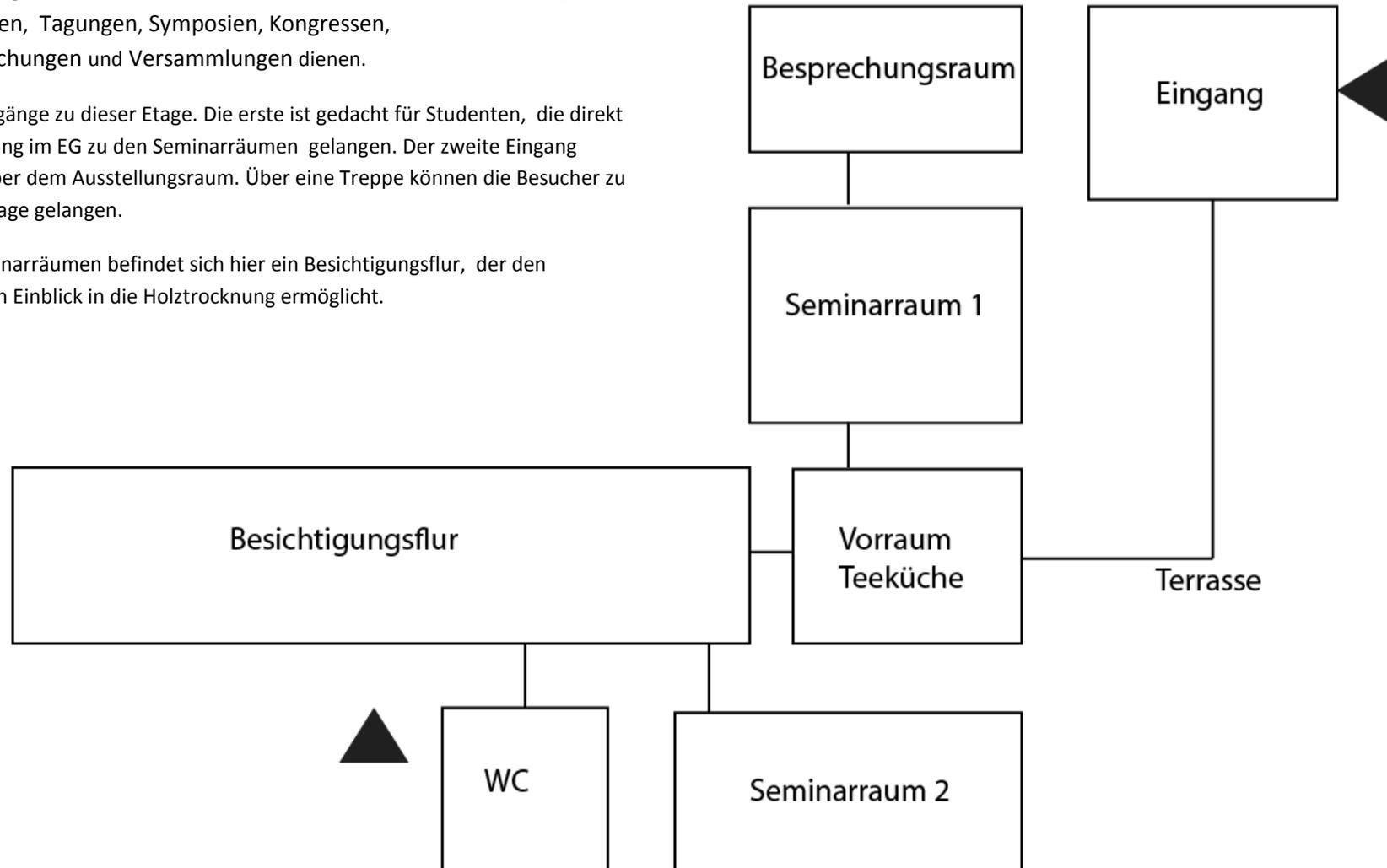
### 9.6.3 Funktionsschema Seminarräume

Die oberste Etage wird als ein speziell ausgestatteter Raum zur Abhaltung von Konferenzen, Tagungen, Symposien, Kongressen, großen Besprechungen und Versammlungen dienen.

Es gibt zwei Eingänge zu dieser Etage. Die erste ist gedacht für Studenten, die direkt über den Empfang im EG zu den Seminarräumen gelangen. Der zweite Eingang befindet sich über dem Ausstellungsraum. Über eine Treppe können die Besucher zu der obersten Etage gelangen.

Außer den Seminarräumen befindet sich hier ein Besichtigungsflur, der den Besuchern einen Einblick in die Holztrocknung ermöglicht.

Tabelle 27 Funktionsschema Seminarräume



### 9.6.4 Grundriss Seminarräume

- 1. Eingangsbereich
- 2. Vorraum, Teeküche
- 3. Seminarraum 1
- 4. Besprechungsraum
- 5. Seminarraum 2
- 6. Sozialanlagen
- 7. Besichtigungsflur

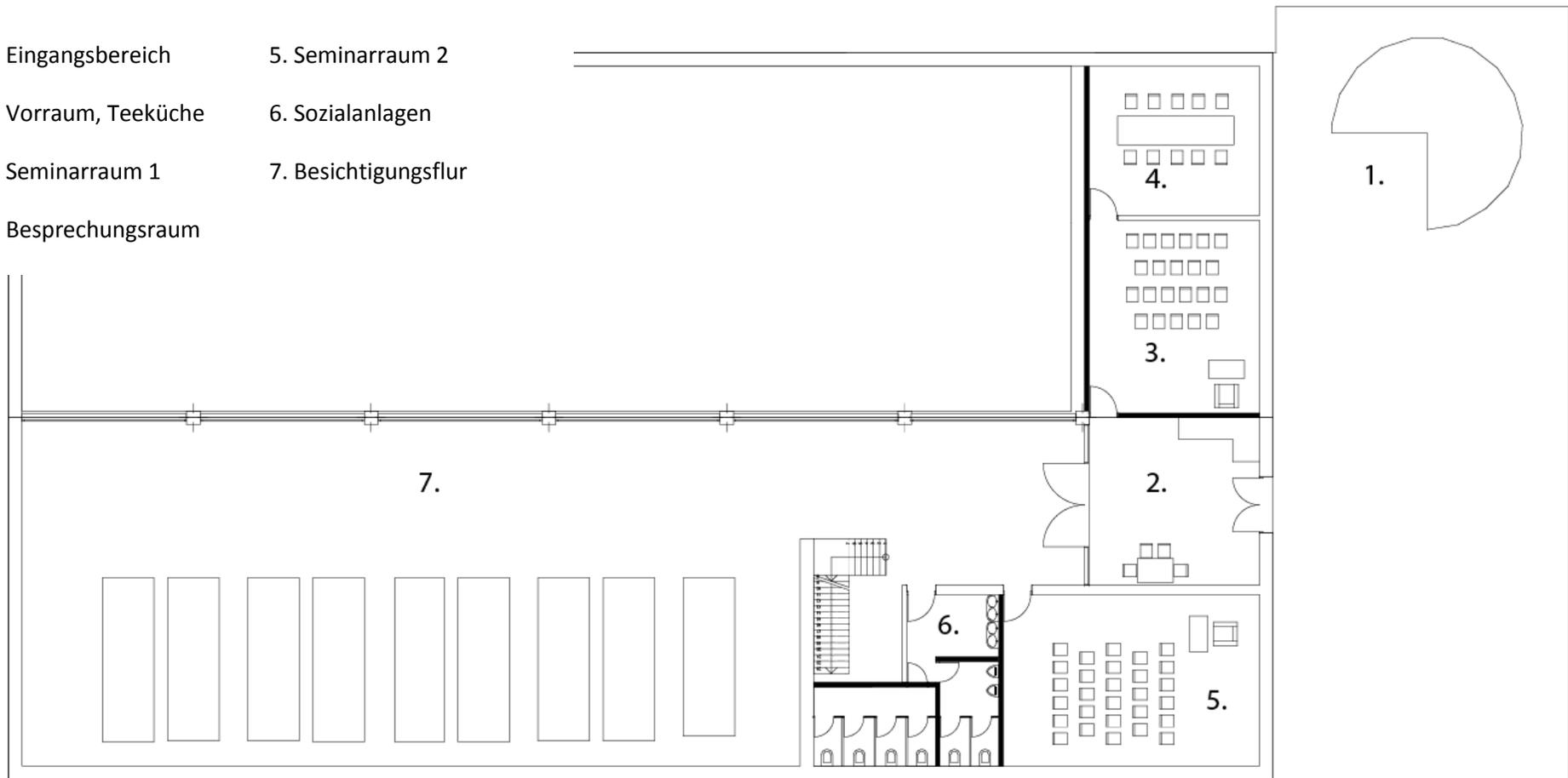


Abbildung 87 Seminarräume

## 9.7 Das Restaurant

Platzanspruch ist, dem unterschiedlichen Charakter der Gaststätten entsprechend sehr verschieden. Um bequem essen zu können, braucht eine Person Tischfläche von rund 60 cm Breite und 40 cm Tiefe. Runde, acht- und sechskantige Tische mit einem Durchmesser von 90-120 cm sind für 4 Personen ideal und können bei Bedarf eine oder zwei Personen mitaufnehmen. Abstand zwischen Tisch und Wand soll > 75 cm, denn schon der Stuhl benötigt mindestens 50 cm Stellfläche.

Vor jedem Gaststättenbau muss eine Sorgfältige Planung des Organisationsablaufes erfolgen. Dabei muss festgelegt werden: Speisenangebot, welche Qualität und Mengen verarbeitet werden sollen. Welches Servicesystem wird gewählt. Ob á-la-Carte mit festen oder wechselnden Tagesmenüs, Teller oder Tafelservice, Selbstbedienung oder Mischsystem.

Die Gesamte Fläche des Restaurants beträgt 396,305 m<sup>2</sup>

Die Küche befindet sich auf Zwei Etagen pro Etage beträgt diese 46,75 m<sup>2</sup>, Gesamtfläche beträgt also 93,5 m<sup>2</sup> Diese sind mit einem Lebensmittelaufzug miteinander verbunden.

### 9.7.1 Speisenzubereitung

- Kapazität: bis zu 150 Mahlzeiten pro Tag
- Energie-Optionen: Strom
- Küchenpersonal, Vorbereitung Zimmer, Waschräume, Speisenausgabe: 5
- Anlieferung von Lebensmitteln: über einen separaten Eingang
- Lagerräume: trocken Lager - ein separater Raum, Kühlen und Gefrieren in einem separaten Kühl- und Gefrierschrank
- Speisenzubereitung: Erfolgt in einem einzelnen Kochblock, welcher besteht aus: Kombiniertem Gasherd mit 4 Gasbrenner, Gas Nudelkocher, Elektrische Fritteuse, Elektrischer Grill

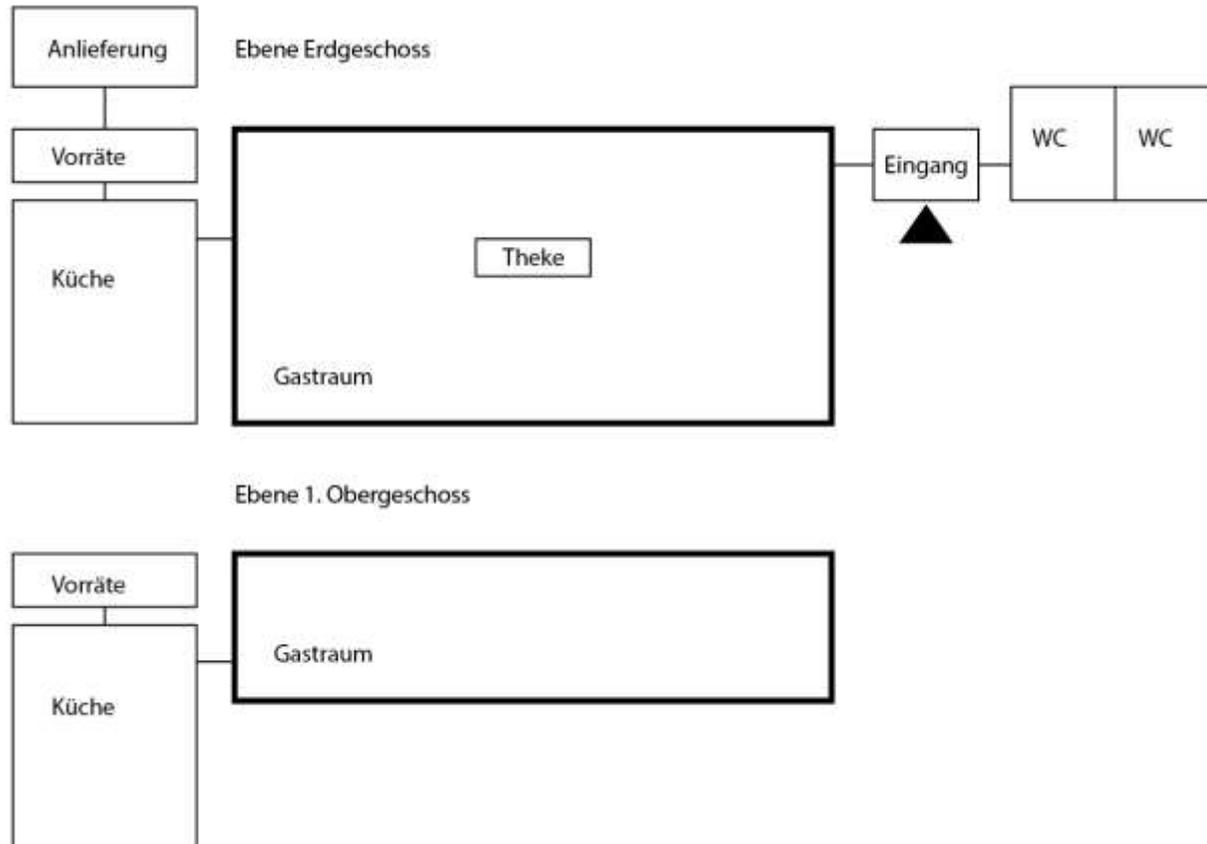
Alle Lebensmittel sind halbfertige Produkte, die nicht grob verarbeitet werden müssen (nur waschen, schneiden,...)

### 9.7.2 Hygienische Bereiche

- Für das Personal wurden eigene Hygienische und soziale Bereiche entworfen
- Für die Gäste wurden getrennte Sozialanlagen entworfen. Männer- 3 Toilettenbecken, 3 Urinal,; Frauen - 7 Toiletten

### 9.7.3 Funktionsschema Restaurant

Tabelle 28 Funktionsschema Restaurant



Der Hauptraum einer Gaststätte ist der Gastraum. Der Gastraum befindet sich auf zwei Ebenen. Die untere Ebene beträgt eine Fläche von  $201,87 \text{ m}^2$  und die zweite Ebene beträgt  $100,94 \text{ m}^2$ . Grundflächenbedarf bei einem gehobenen Service-Restaurant beträgt  $1,8\text{--}2,2 \text{ m}^2$ . Das bedeutet, dass es rund 100 Sitzplätze geben wird.

- Die Anzahl von Tischen und Stühlen wird wegen der beliebigen Tischgruppierungen lose bestuhlt
- Es wird ein Stammtisch mit 8 Sitzplätzen und 23 Tische mit 4 Sitzplätzen vorgesehen
- Die große Fläche wird in Raumzonen gegliedert
- Die lichte Höhe des Gastraumes wird  $2,9 \text{ m}$  betragen.
- Es wird eine zentrale Bar vorgesehen

Der Bereich für die Gäste ist ebenfalls auf zwei Etagen verteilt, die untere Ebene beträgt eine Fläche von  $201,87 \text{ m}^2$  die zweite Ebene beträgt  $100,94 \text{ m}^2$ .

### 9.7.4 Grundriss Restaurant

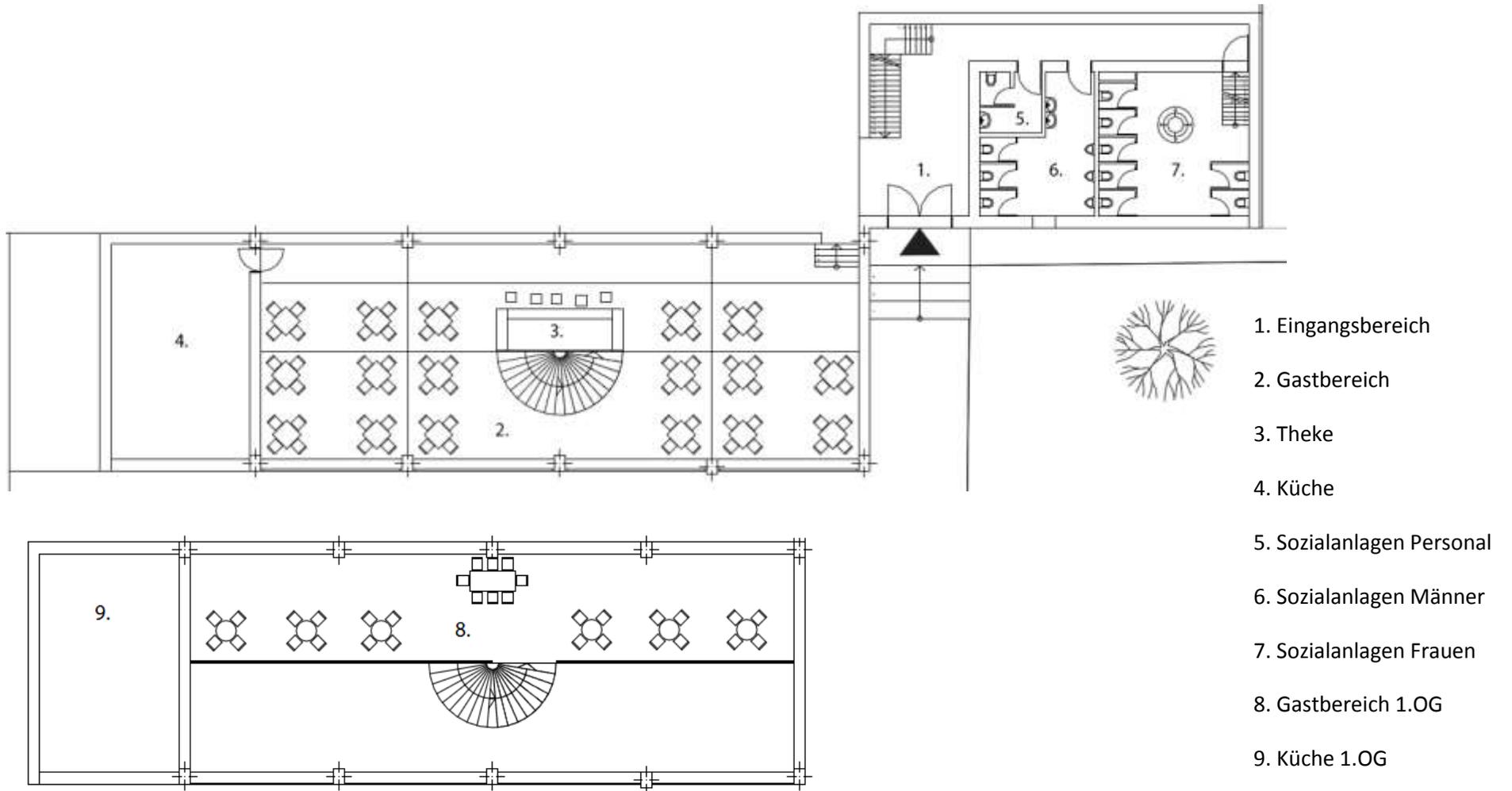


Abbildung 88 Grundriss Restaurant und oberer Grundriss des Restaurants

## 9.8 Das Konzept der neuen Konstruktionen

Der Bestand befindet sich in einem guten Zustand. Nur die Wärmeleitfähigkeit der Konstruktion ist sehr mangelhaft.

Fast alle bestehenden Wände und Decken können weitergenutzt werden. Diese werden durch zusätzliche Wärmedämmung und durch den Einsatz von neuen Isolierglass-Fenstern saniert. Diese Maßnahmen werden in dem Energiekonzept näher beschrieben.

In dem Bereich des Restaurants soll an zwei Beispielen gezeigt werden, wie die Verwendung von Holzkonstruktionen möglich ist. Es werden zwei Skulpturen erstellt, die vor allem die Biegsamkeit von Holz darstellen sollen.

Es wurde nach einer Form gesucht, die das Thema Holz und Wald in den Vordergrund bringt.

Die Architektur soll zu einem Monument werden.

Inspiration aus der Natur, organisch geformt und umweltfreundlich, so wie der Werkstoff selbst, soll die Konstruktion eine Entfaltung von den bislang geradeförmigen Holz Konstruktionen darstellen.

In der Mitte vom Raum wird eine Spindeltreppe aufgestellt, die die zwei Ebenen des Restaurants verbinden soll.

Die Treppe und die Skulpturen in diesem Raum werden aus dem Konzept des Helicoradians entnommen.

Der Helicoradian ist eine Entfaltung von der mathematischen Form des Katenoids. Wenn man den Katenoid länglich durchschneidet, so bekommt man eine bestimmte Krümmung, welche wir bei den Skulpturen übernommen haben.

Die Form des Katenoids kann man bei der Spindeltreppe wiedererkennen.

### 9.8.1 Umsetzung des architektonischen Konzeptes

Tabelle 29 Das Konzept der neuen Konstruktionen

HOBELSPÄNE - PILZ - PFLANZE - GERADE - SCHRÄG - SPIRALE



SPITZER - HOBELSPÄNE



AUSTERNPILZ AUF DEM BAUM

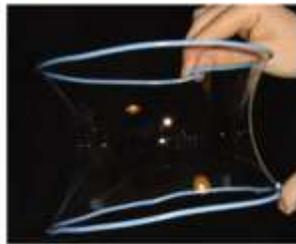


SELBSTWACHSENDER AUSTERNPILZ

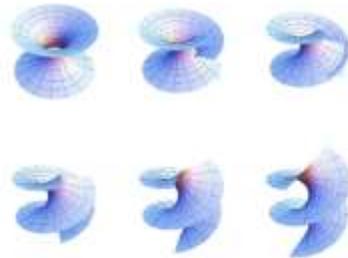


HELICORADIAN - PFLANZE

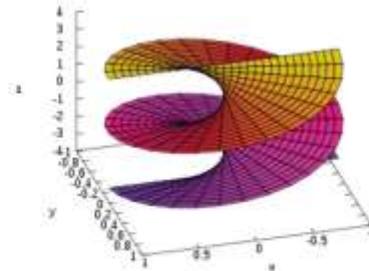
#### PRINZIP IN MATHEMATIK



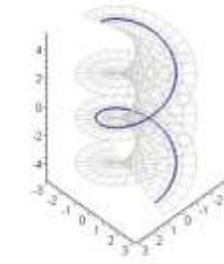
VERSUCH MIT SEIFEBLASE  
EINFACHÄRE KATENOID - FORM



GEROLLTE FLÄCHE UND RECHTER KATENOID  
(RECHTGÄNGIG)



HELICOID - FORM besteht aus  
SEHR KLEINEN FLÄCHEN



SPIRALE - LINIENFÜHRUNG

#### PRINZIP IN STRUKTUR



PFLANZENSTENGEL - SÄULE

BLÄTTER DER HELICORADIAN/DES PILZES - TRAGENDE BALKEN

RING - VERBAND - ZUGBAND



JE NACH BEDARF IST ES MÖGLICH DIE FORM ZU VARIEREN UND FLEXIBEL AUF DIE UMGEBENDEN EINFLÜSSE ZU REAGIEREN.

DER ENTWURF SCHAFFT EINE AUFHEBUNG DER ISOLIERTEN LAGE DES INDUSTRIEGEBIETES "DIE GRENZEN ZWISCHEN KONSTRUKTIONEN WERDEN DÜNNER"

Um eine vertikale Verbindung zwischen den beiden Geschossen zu errichten wurde nach einer Möglichkeit gesucht, die den Werkstoff Holz in einer künstlerischen Form erstrahlen lässt.

Die Treppe soll zu einem Hingucker werden, deshalb wird sie auch zentral positioniert. Die Ausgangsform für die Treppe entwickelt sich aus der Mathematischen Grundform des Katenoids.

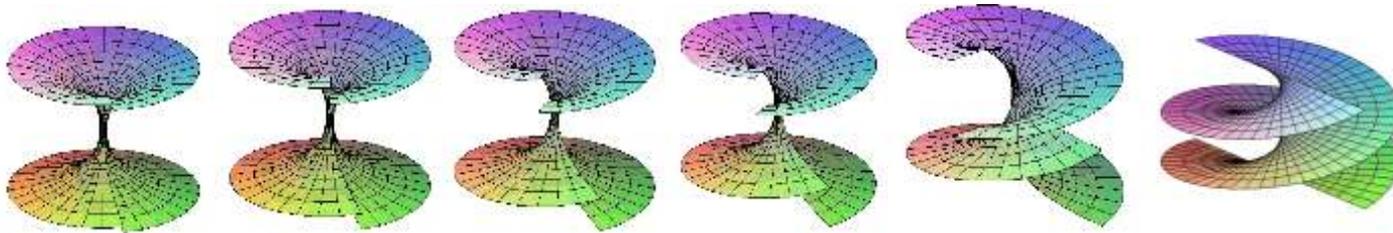
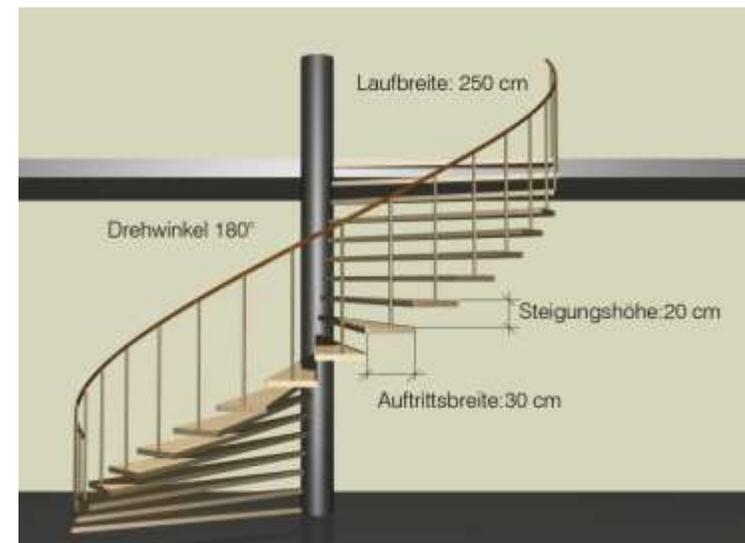
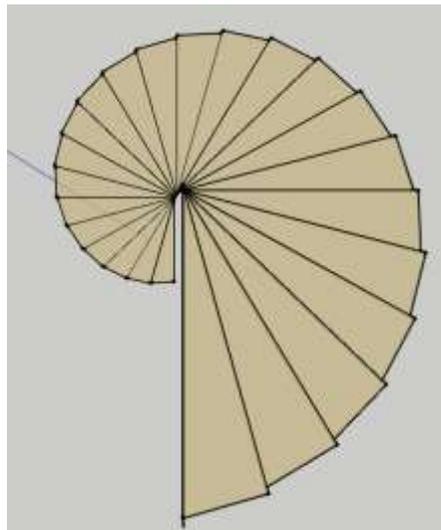


Abbildung 89 Ausgangsform

Von dieser Analyse entstand eine bestimmte Krümmung, die den Normen der Auftrittsweite und der Steigungshöhe entspricht. Die Verbindungen der Trittstufen werden an eine zentrale Stütze befestigt, so dass man die Außenkanten der Stufen schweben. So es entsteht eine Vorstellung der Schwerelosigkeit.

Abbildung 90 Perspektivische  
Treppendraufsicht

Abbildung 91 Ansicht Treppe

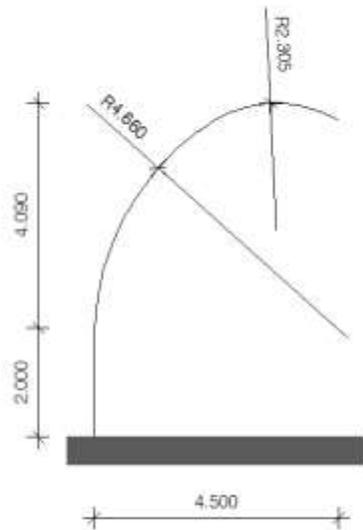


### 9.8.2 Die Statische Berechnung der Skulpturen

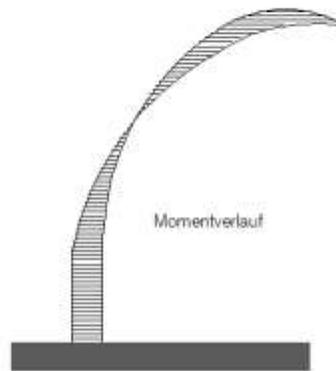
Bei der Berechnung von den Skulpturen sind wir von einer Statischen Form- Der Mast ausgegangen, der eine Parabolische Biegung enthält. Der meist beanspruchte Punkt, da es sich nur um Eigenlast handelt, befindet sich im Fuß dieser Skulptur.

Eine Detaillierte Berechnung der Kräfte und der Verlauf von Momenten und Widerständen wurden in 16 Punkten Berechnet. Diese Berechnung befindet sich im Anhang.

Skulptur- Darstellung / Abmessungen



Skulptur-Verlauf von Momenten

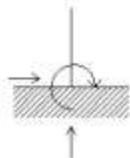


Das maximale Biegemoment um die Achse „y“ :  
 $M_{Ed,y} = 1,88636 \text{ KNm}$   
Entwurfspannung im Querschnitt:  
 $m_{y,d} = 19,91 \text{ Pa} = 0,01991 \text{ MPa}$

Bewertung:  
 $0,1991/17,92 < 1$   
 $1,111 \times 10^{-2} < 1$

Die ausgewählten Abmessungen vom Querschnitt der Skulptur ist durchaus ausreichend. Es handelt sich um eine 5% ausnutzung. Daher könnte man den Querschnitt verringern.

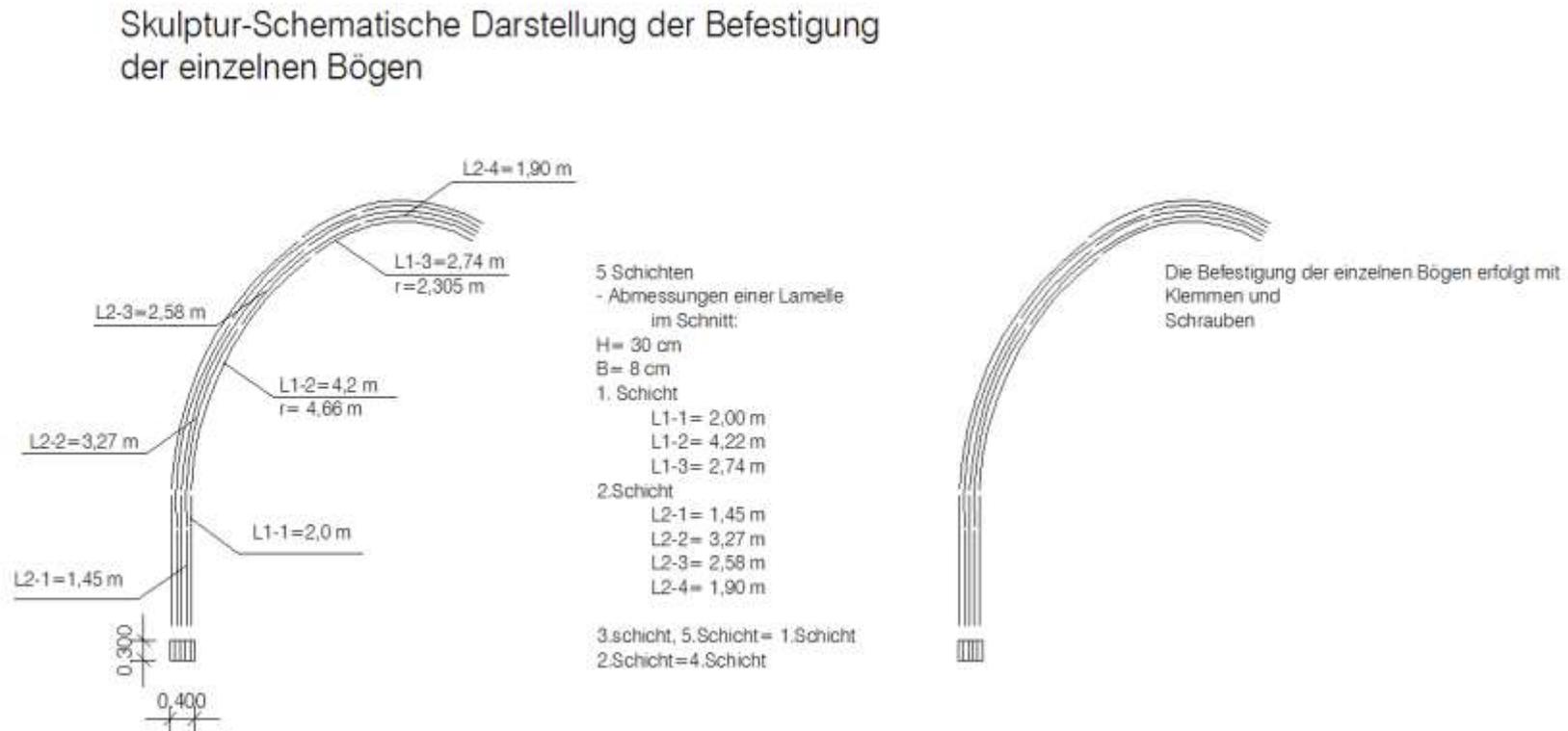
Der Fuß der Skulptur ist eingespannt



### 9.8.3 Die Konstruktion der gebogenen Skulptur

Die Befestigung der Bögen ist jeweils untereinander verschraubt und mit Klemmen gespannt. Die Längen der Lamellen ist unterschiedlich, es wird darauf geachtet, dass immer die zweite Schicht an den Verbindungen durchgeht.

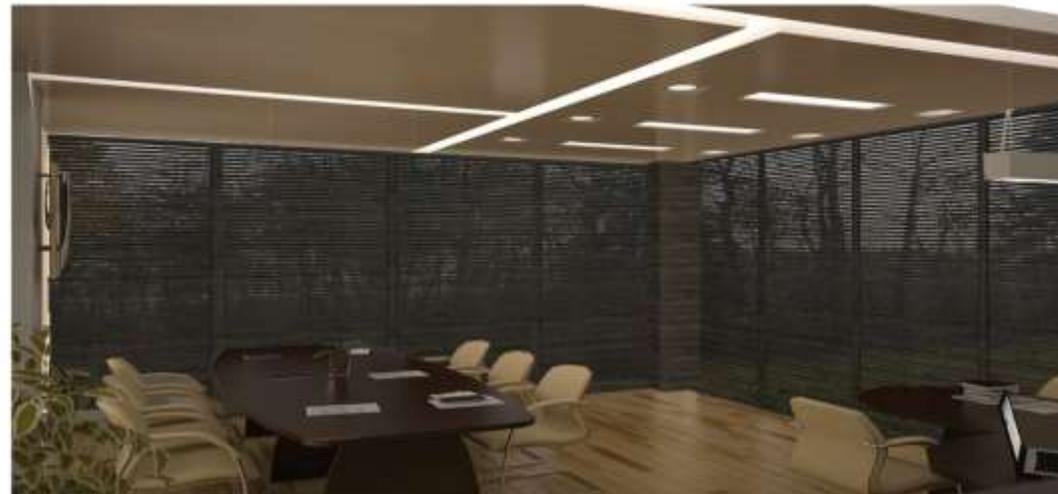
Die Konstruktion wird an einem Modell dargestellt.



#### 9.8.4 Die Darstellung der neuen Funktionen, Vorher / Nachher Abbildungen

Abbildung 92 Die Verwaltung

### Die Verwaltung



## Die Seminarräume



## Das Restaurant



# Das Restaurant

Abbildung 95 Das Restaurant



## Der Aussichtspunkt



Abbildung 96 Der Aussichtspunkt

Abbildung 104 Nordwest Ansicht



Abbildung 105 Südwest-Ansicht



Abbildung 106 Südansicht



## 9.9 Das Energiekonzept

### Energiekonzept: Standort SMIZANY MASA in der Slowakei

Der Endenergiebedarf des Gebäudes wird durch die baulichen Maßnahmen stark reduziert (Dämmung der Fassade und den Boden, siehe Anhang mit U-Werten) und soll zu größtmöglichem Anteil über regenerative Energiequellen gedeckt werden. Aufgrund des großen Freigeländes des sanierten Gebäudes werden Systeme und Anlagen zur Energieerzeugung und Wärmeerzeugung eingesetzt, die die Wärme des Erdreichs und der Sonne nutzen. (PV – Anlagen, Solarkollektoren )

- **PV – Anlagen Stromgewinnung**
- **Solarkollektoren – thermische Wärme**
- **Thermoaktive Bauteilsysteme - Bodenwärme**

Ein großer Teil der Wärmeenergie und die gesamte Kühlenergie soll aus unterirdischen Registern in Verbindung mit einer Wärmepumpe gewonnen werden. Die befinden sich unter dem ganzen Bereich, wo das Holz getrocknet wird - Hallenbereich. Das ist eine Fläche von 470,00 m<sup>2</sup>. Um das ca. 14 °C warme Transportmedium auf ein für die Heizung nutzbares Temperaturniveau von 21 °C zu bringen, wird eine strombetriebene Kompressions-Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 2 eingesetzt. Im Sommer ja nach Innentemperatur wird das Transportmedium direkt in den Kreislauf der Wandkühlung / Fussbodenkühlung und der Lüftung gebracht. Luft wird in an den Wänden aufgehängten Rohrleitungssystemen verteilt, um das Holz zu belüften, damit die Feuchtigkeit nicht im Raum stehen bleibt.



Abbildung 97 Wandkühlung / Wandheizung in der Gipskartonplatte

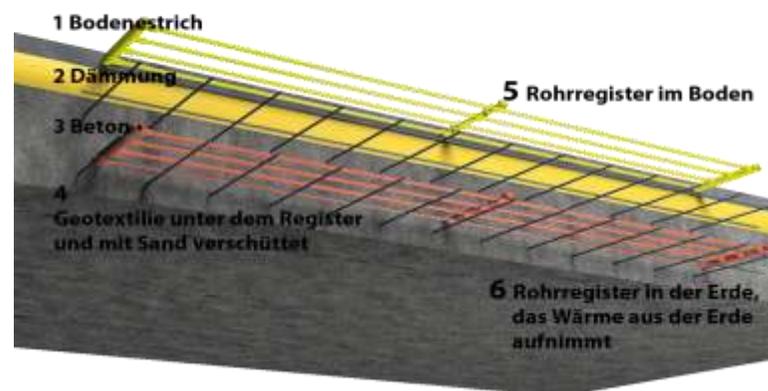


Abbildung 98 Thermoaktive Bauteilsysteme

Zur Trinkwassererwärmung und zur Unterstützung der Heizung und Lüftung werden Flachkollektoren auf dem Grundstück eingesetzt. Da der Energieertrag aus den Solarkollektoren saisonalen Schwankungen unterliegt und der Heizwärmebedarf zeitlich verschoben zum Solarenergieangebot liegt, werden mehrere Speicher vorgesehen, um die Wärmeenergie auch in strahlungsärmeren Jahreszeiten oder Tagen noch nutzen zu können. Da sollte die gewonnene Wärme ganzen Winter aushalten, die dank thermoaktiven Bauteilsystemen aufgenommen wird. Alle notwendigen Anlagen befinden sich im Technikraum in der Halle der Holz Trocknung.

**Die verschiedenen Wärmetransportmedien werden in einen zentralen Verteiler geleitet (Technikraum in der Halle), von wo sie an die verschiedenen Verbraucher verteilt werden.** Je nach Art der Energieerzeugung, kommt das Wasser mit höherer oder niedrigerer Temperatur im Verteiler an. In den einzelnen Heizkreisen wird das Heizmittel durch beimischen von Wasser aus dem Rücklauf auf die benötigte Temperatur gebracht (Beimischschaltung).

### 9.9.1 Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton

**Nutzung:** Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

*In der Gesamtbilanz ergibt sich ein Heizwärmebedarf von etwa  $20,23 \text{ kWh/m}^2$ .*

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum ist die Wärmezufuhr, die unter Norm-Auslegungsbedingungen notwendig ist, um die erforderliche Norm-Innentemperatur zu erreichen. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Heizflächenleistung.

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum setzt sich aus dem Norm-Transmissions-wärmeverlust, dem Norm-Lüftungswärmeverlust und der Norm-Zusatz-Wiederaufheizleistung zusammen.

Die Norm-Heizlast für ein Gebäude ist die Summe aller Norm-Heizlasten der beheizten Räume im Gebäude. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Leistung eines zentralen Wärmeerzeugers.

Die Heizlast bei der Berechnung ohne Sonnenschutzglas ist  $56,87 \text{ kW}$ .

Ab Monat Mai einschließlich bis Monat September braucht man nicht heizen. Die Temperaturen erreichen ca.  $23,5 \text{ °C}$  während des ganzen Tages und Heizwärmebedarf ist nicht notwendig.

### 9.9.2 Berechnung ohne Sonnenschutzglas; ohne Wärmerückgewinnung

**Nutzung:** Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

*In der Gesamtbilanz ergibt sich ein Heizwärmebedarf von etwa 71,96 kWh/m<sup>2</sup>.*

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum ist die Wärmezufuhr, die unter Norm-Auslegungsbedingungen notwendig ist, um die erforderliche Norm-Innentemperatur zu erreichen. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Heizflächenleistung.

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum setzt sich aus dem Norm-Transmissions-wärmeverlust, dem Norm-Lüftungswärmeverlust und der Norm-Zusatz-Wiederaufheizleistung zusammen.

Die Norm-Heizlast für ein Gebäude ist die Summe aller Norm-Heizlasten der beheizten Räume im Gebäude. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Leistung eines zentralen Wärmeerzeugers.

Die Heizlast bei der Berechnung ohne Sonnenschutzglas ist 107,54 kW.

Ab Monat Juni einschließlich bis Monat August braucht man nicht heizen. Die Temperaturen erreichen ca. 23,5 °C während des ganzen Tages und Heizwärmebedarf ist nicht notwendig.

### 9.9.3 Berechnung ohne Sonnenschutzglas; mit Wärmerückgewinnung

**Nutzung:** Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

*In der Gesamtbilanz ergibt sich ein Heizwärmebedarf von etwa  $21,86 \text{ kWh/m}^2$ .*

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum ist die Wärmezufuhr, die unter Norm-Auslegungsbedingungen notwendig ist, um die erforderliche Norm-Innentemperatur zu erreichen. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Heizflächenleistung.

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum setzt sich aus dem Norm-Transmissions-wärmeverlust, dem Norm-Lüftungswärmeverlust und der Norm-Zusatz-Wiederaufheizleistung zusammen.

Die Norm-Heizlast für ein Gebäude ist die Summe aller Norm-Heizlasten der beheizten Räume im Gebäude. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Leistung eines zentralen Wärmeerzeugers.

Die Heizlast bei der Berechnung ohne Sonnenschutzglas ist  $58,95 \text{ kW}$ .

Ab Monat Mai einschließlich bis Monat September braucht man nicht heizen. Die Temperaturen erreichen ca.  $23,5 \text{ °C}$  während des ganzen Tages und Heizwärmebedarf ist nicht notwendig.

#### 9.9.4 Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Fenster mit Luftfüllung

**Nutzung:** Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-16-4 (Luft)  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

*In der Gesamtbilanz ergibt sich ein Heizwärmebedarf von etwa  $28,75 \text{ kWh/m}^2$ .*

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum ist die Wärmezufuhr, die unter Norm-Auslegungsbedingungen notwendig ist, um die erforderliche Norm-Innentemperatur zu erreichen. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Heizflächenleistung.

Die Norm-Heizlast für einen beheizten Raum setzt sich aus dem Norm-Transmissions-wärmeverlust, dem Norm-Lüftungswärmeverlust und der Norm-Zusatz-Wiederaufheizleistung zusammen.

Die Norm-Heizlast für ein Gebäude ist die Summe aller Norm-Heizlasten der beheizten Räume im Gebäude. Sie ist somit die Grundlage zur Auslegung der Leistung eines zentralen Wärmeerzeugers.

Die Heizlast bei der Berechnung ohne Sonnenschutzglas ist  $66,97 \text{ kW}$ .

Ab Monat Mai einschließlich bis Monat September braucht man nicht heizen. Die Temperaturen erreichen ca.  $23,5 \text{ °C}$  während des ganzen Tages und Heizwärmebedarf ist nicht notwendig.

### 9.9.5 Sommertauglichkeit Restaurant

Bei einer Außentemperatur ab ca. 24° C bleiben die Fenster geschlossen und die Frischluftversorgung erfolgt über die Raumlufthechnischen Anlagen. Die Zuluft strömt mit 2 K unter Raumtemperatur durch die Quellluftauslässe. Angestrebt wird eine operative Innenraumtemperatur unter 26°C.

Die Luftvorkühlung erfolgt über die Erdsonden, wobei die Wärmepumpe und der Verteiler umgangen werden und das Transportmedium direkt zum Wärmetauscher des Lüftungsgerätes fließt (Direktkühlung).

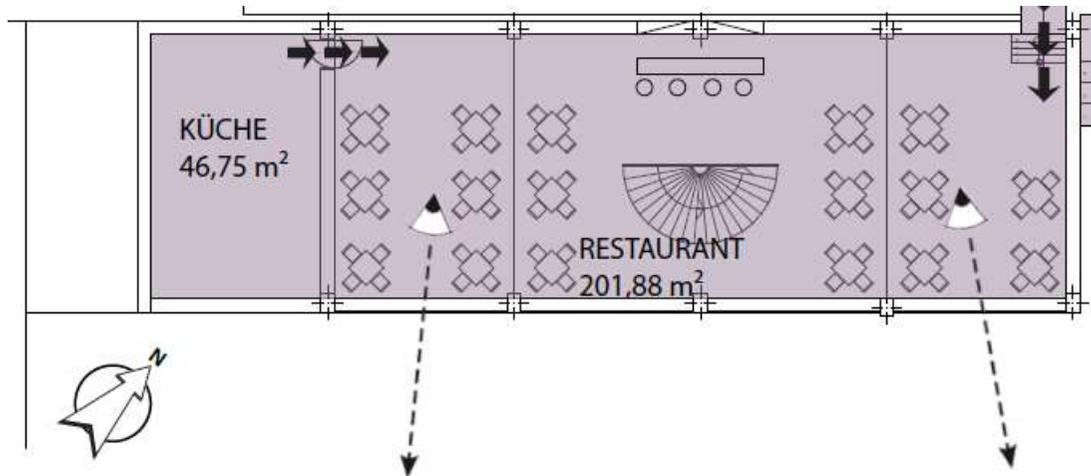
Die speicherwirksamen Massen (Decken, Wände etc.) erwärmen sich im Tagesverlauf. In den Abend- und Nachtstunden, bei Außentemperaturen von ca. 15 bis 18° C, wird über die Fenster mit steuerbaren Öffnungen die gespeicherte Wärme abgeführt. Die Lüftungsanlagen werden abgeschaltet, der Wasserdurchfluss der Fußbodenkühlung läuft weiter. Die Speichermassen entwärmen sich über die Nacht.



Abbildung 99 Aufbau des Fensters

## Berechnung mit Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton; mit Jalousienverwedung

Dreischeiben-Wärme- und Sonnenschutzglas 6-12-4-12-4 Gasfüllung mit Argon  $U = 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$



Maximale empfundenen Temperatur ist im Restaurant 35°C.

Negative Heizleistungen als: Heizung, Sonne, Personen und Beleuchtung bilden insgesamt 9665 Watt.

Im diesen Fall wird die Klimaanlage benutzt, um die erübrigte Wärme abzusenken und muss noch mit der zusätzlichen Lüftung abgeführt werden.

Raumvolumen: 1320 cm<sup>3</sup>

Abbildung 100 Restaurant Grundriss

### Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton; mit Jalousienverwendung

Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

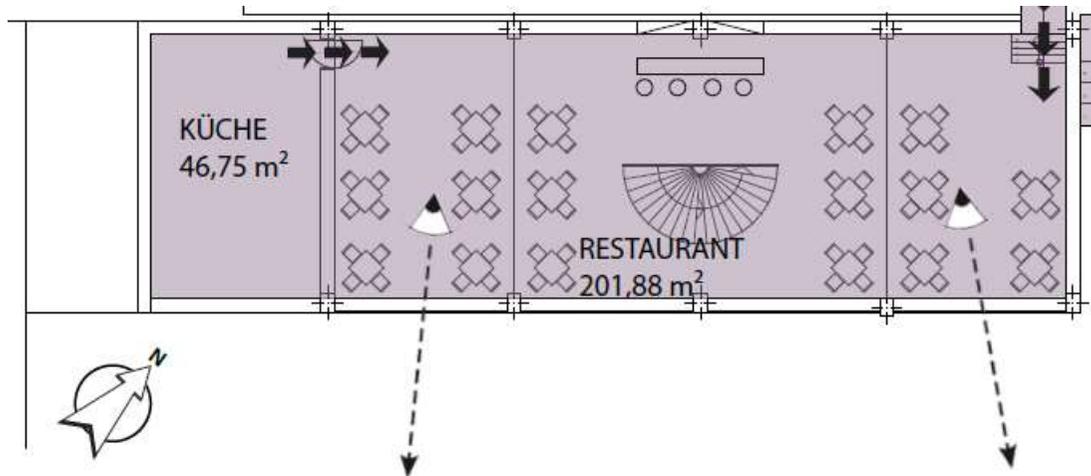


Abbildung 101 Restaurant Grundriss

Maximale empfunden Temperatur ist im Restaurant  $35,60^\circ\text{C}$ .

Negative Heizleistungen als: Heizung, Sonne, Personen und Beleuchtung bilden insgesamt 8122 Watt.

Im diesen Fall wird die Klimaanlage benutzt, um die erübrigte Wärme abzusenken und muss noch mit der zusätzlichen Lüftung abgeführt werden.

Raumvolumen:  $1320 \text{ cm}^3$

### 9.9.6 Sommertauglichkeit Eingangsbereich

Bei einer Außentemperatur ab ca. 24° C bleiben die Fenster geschlossen und die Frischluftversorgung erfolgt über die Raumlufttechnischen Anlagen. Die Zuluft strömt mit 2 K unter Raumtemperatur durch die Quellluftauslässe. Angestrebt wird eine operative Innenraumtemperatur unter 26°C.

Die Luftvorkühlung erfolgt über die Erdsonden, wobei die Wärmepumpe und der Verteiler umgangen werden und das Transportmedium direkt zum Wärmetauscher des Lüftungsgerätes fließt (Direktkühlung).

Die speicherwirksamen Massen (Decken, Wände etc.) erwärmen sich im Tagesverlauf. In den Abend- und Nachtstunden, bei Außentemperaturen von ca. 15 bis 18° C, wird über die Fenster mit steuerbaren Öffnungen die gespeicherte Wärme abgeführt. Die Lüftungsanlagen werden abgeschaltet, der Wasserdurchfluss der Fußbodenkühlung läuft weiter. Die Speichermassen entwärmen sich über die Nacht.

#### **Berechnung mit Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton; mit Jalousienverwednung**

Dreischeiben-Wärme- und Sonnenschutzglas 6-12-4-12-4 (Ar)  $U=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Maximale empfunden Temperatur ist im Restaurant 35,00°C.

Negative Heizleistungen als: Heizung, Sonne, Personen und Beleuchtung bilden insgesamt 1970 Watt.

Im diesen Fall wird die Klimaanlage benutzt, um die erübrigte Wärme abzusenken und muss noch mit der zusätzlichen Lüftung abgeführt werden.

Raumvolumen: 420 cm<sup>3</sup>



Abbildung 102 Empfangsbereich

### Berechnung mit Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton; mit Jalousienverwedung

Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

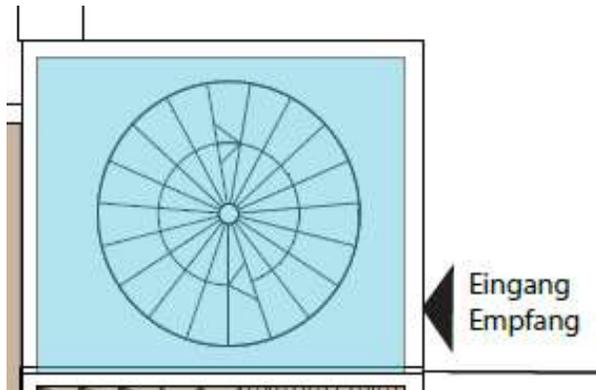


Abbildung 103 Empfangsbereich Grundriss

Maximale empfunden Temperatur ist im Restaurant  $38,00^\circ\text{C}$ .

Negative Heizleistungen als: Heizung, Sonne, Personen und Beleuchtung bilden insgesamt 5197 Watt.

Im diesen Fall wird die Klimaanlage benutzt, um die erübrigte Wärme abzusenken und muss noch mit der zusätzlichen Lüftung abgeführt werden.

Raumvolumen:  $420 \text{ cm}^3$

### **9.9.7 Spitzenlasten im Allgemeinen des ganzen Gebäudes im Sommerfall**

Bei Außentemperaturen unter der Heizgrenztemperatur wird die Zuluft über den Wärmetauscher auf ca. 19° C erwärmt, bevor sie in die Räume verteilt wird. Lastspitzen können über die Fenster oder über Lufttechnik abgelüftet werden. Die Wärmerückgewinnung über rotierende Wärmetauscher ist wieder zugeschaltet.

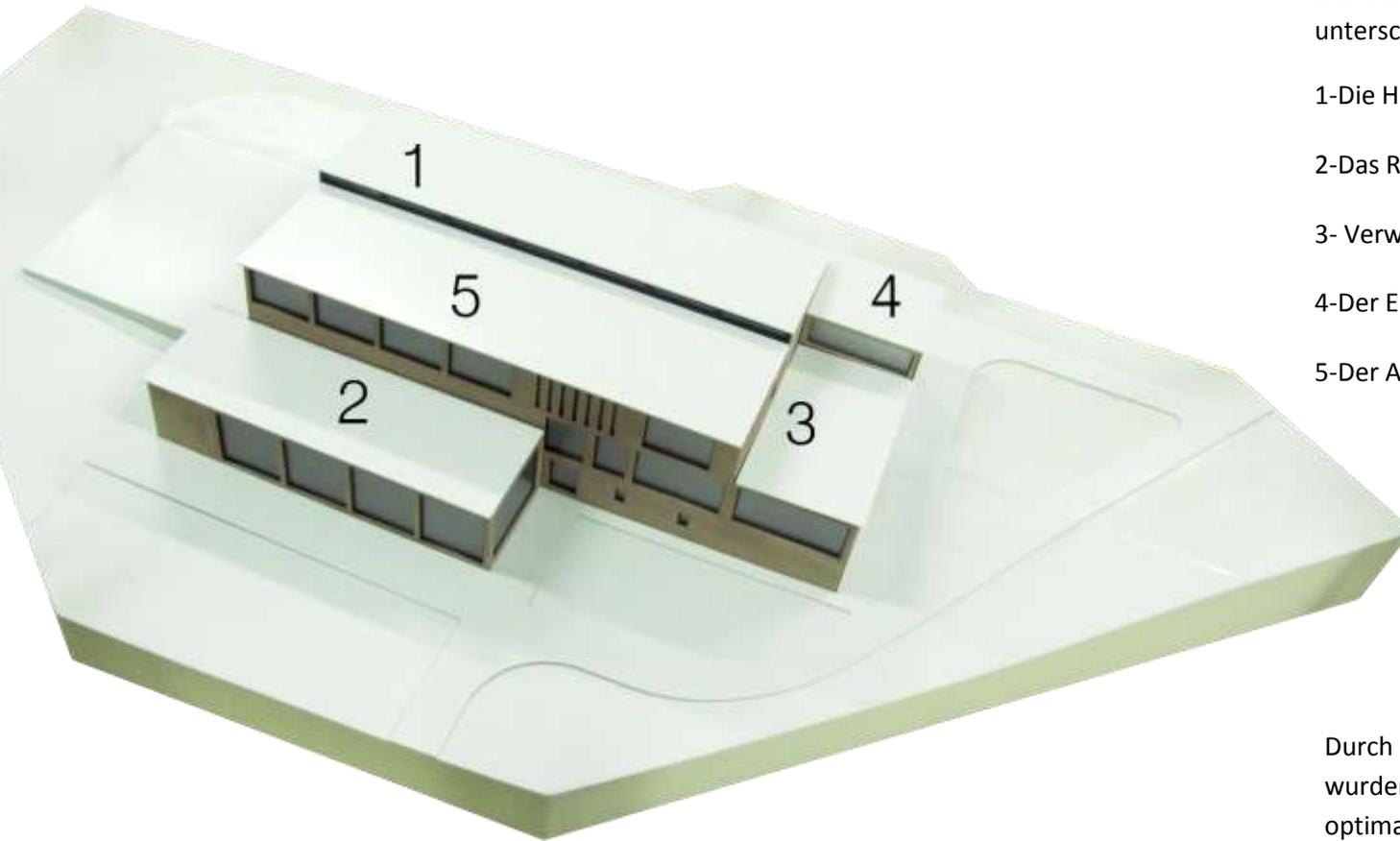
Die Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung beträgt 38° C. Der Heizkreislauf und die Wärmetauscher der Lüftungen werden zum größten Teil über die Erdsonden mit Wärmepumpe und der restlichen Energie aus dem Warmwasserschichtenspeicher betrieben. Spitzenlasten werden mit Hilfe des Fernwärmeanschlusses gedeckt. Solare und interne Wärmegewinne werden genutzt. Fußböden und Decken speichern Wärmeenergie die bei einer Temperaturabsenkung an die Räume abgegeben wird.

#### **Übergangszeit**

Für die Übergangszeit, die den größeren Teil des Jahres ausmacht, kann zeitweise durch die Abstrahlung der Speicherfähigen Massen, die internen Wärmelasten und den Wärmeeintrag durch die tiefstehende Sonne auf eine Beheizung der Gebäude verzichtet werden.

Über den Herbst kann die Energie aus den Solarspeichern voll ausgeschöpft werden und zu großen Teilen den Energiebedarf decken. Im Frühjahr hingegen sind die Speicher vollständig entleert. Die erforderliche Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser wird von der Wärmepumpe und dem Fernwärmeanschluss geliefert.

## 9.10. Heizwärmebedarf



Bei dem Heizwärmebedarf wurde das ganze Gebäude als Ganzes betrachtet.

Das Gebäude wurde in 5 Sektoren geteilt, die einen unterschiedlichen Anspruch an Raumqualität haben.

- 1-Die Holz Trocknung  
Höhere Luftwechselzahl
- 2-Das Restaurant  
Südlich orientierte Fenster
- 3- Verwaltungsbüro und Seminarräume  
Südost orientierte Fenster
- 4-Der Eingangsbereich  
Sehr hoher Anteil an Fensterflächen
- 5-Der Aussichtsraum  
Südlich orientierte Fenster

Durch diese Verschiedenen Eigenschaften der Sektoren, wurden entsprechende Werte eingefügt, damit ein optimales Raumklima entsteht.

Auf den nächsten Seiten sind die Ergebnisse, der am effektivsten geeigneten Lösung für unser Gebäude.

Alle anderen Ergebnisse befinden sich im Anhang.

## HEIZWÄRMEBEDARF DES GANZEN GEBÄUDES ( Berechnung ohne Sonnenschutzglas; Gasfüllung Krypton): Standort SMIZANY MASA

Zweischeiben-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr) U=1,1 W/m<sup>2</sup>K

DIE IN DER FOLGENDEN TABELLE AUSGEWIESENEN BERECHNUNGSERGEBNISSE SIND AUF EINE AUSSENLUFTTEMPERATUR VON -10.0 GRAD CELSIUS BEZOGEN

Raum Nummer/Bezeichnung	Raumheizlast (kW)
1-Holztrocknung	15,27
2-Restaurant	11,79
3-Verwaltungsbüro Seminarräume	17,27
4-Eingangsbereich	7,02
5-Aussichtsraum	5,52
	<b>56,87</b>

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (kWh)
-3,3	1-Holztrocknung	20,00	7517,10
	2-Restaurant	21,20	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	19,80	4483,70
	4-Eingangsbereich	18,80	2217,00
	5-Aussichtsraum	19,80	1911,60
			<b>16129,30</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 25739,50 KWh aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 8409,40 KWh.

Tabellen 31-56

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 2. BIS 28. 2.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (kWh)
-1,4	1-Holztrocknung	20,00	4730,60
	2-Restaurant	22,60	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	20,40	2308,40
	4-Eingangsbereich	20,20	1456,80
	5-Aussichtsraum	20,30	1113,20
			<b>9609,10</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 22368,80 KWh  
aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 12000,60 KWh.

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 3. BIS 31.3.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (KWh)
3,3	1-Holztrocknung	20,10	1909,50
	2-Restaurant	23,10	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	21,60	290,60
	4-Eingangsbereich	21,30	752,50
	5-Aussichtsraum	21,30	241,20
			<b>3193,80</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 21276,00 KWh  
aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 20433,60 KWh.

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 4. BIS 30.04.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (KWh)
8,8	1-Holzrocknung	20,80	70,20
	2-Restaurant	23,40	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	22,50	0,00
	4-Eingangsbereich	23,00	99,90
	5-Aussichtsraum	22,20	0,00
			<b>170,00</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 16270,90 KWh aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 24494,80 KWh.

**Ab Monat Mai einschliesslich bis Monat September braucht man nicht heizen. Die Temperaturen erreichen ca. 23,5 °C während des ganzen Tages und Heizwärmebedarf ist nicht notwendig.**

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 10. BIS 31.10.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (kWh)
9,1	1-Holzrocknung	20,70	231,40
	2-Restaurant	23,50	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	22,20	7,90
	4-Eingangsbereich	21,50	282,20
	5-Aussichtsraum	21,80	52,20
			<b>573,70</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 15755,40 KWh aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 16917,60 KWh.

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 11. BIS 30.11.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (kWh)
3,2	1-Holztrocknung	20,00	3648,20
	2-Restaurant	23,00	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	20,30	1651,00
	4-Eingangsbereich	19,70	1239,90
	5-Aussichtsraum	20,10	981,30
			<b>7520,40</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 19283,100 KWh  
aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 8773,30 KWh.

**BERECHNUNGSERGEBNISSE FUER DAS ZEITINTERVALL VOM 1. 12. BIS 31.12.**

Aussenlufttemperatur Monats Mittel (°C)	Raum Nummer/Bezeichnung	Raumlufttemperatur während des ganzen Tages des Monats Mittel (°C)	HWB (KWh)
-1,5	1-Holztrocknung	20,00	6937,80
	2-Restaurant	21,40	0,00
	3-Verwaltungsbüro Seminarräume	19,70	4072,60
	4-Eingangsbereich	18,70	2152,30
	5-Aussichtsraum	19,70	1826,90
			<b>14989,70</b>

\*Hinweis: Im Monat Januar grosse Wärmeverluste nach Aussen durch Transmission 23874,40 KWh  
aber grosse Wärmegewinne durch Fenster 6907,40 KWh.

Heizsaison vom 9. 10. bis einschliesslich 5. 4.

beheizte Brutto-Geschossflaeche: 2576.7 qm

Monat	HWB q (kWh/qm)	Heizung Q (kWh)
1	6,26	16129
2	3,73	9609
3	1,24	3194
4	0,04	116
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	0,22	566
11	2,92	7520
12	5,82	14990
	<b>20,23</b>	<b>52124,00</b>

## Literaturverzeichnis

Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holztrocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz - Planung von Trocknungsanlagen, Verlag GmbH & Co. KG

Davy Phill, Plewes Ben, (2011), Handbuch Holzwerken, Verlag Vincentz Network

Jackson Alber, Day David, (2009), Handbuch der Holzbearbeitung, Christophorus - Verlag

Pavel Trebula und Ivan Klement (Zvolen, 2005), Hydrotermicka uprava dreva, Verlag TU Zvolen

Jozef Fucila und Klara Szomolanyiova (Bratislava 2005), Montovane prvky, Verlag JAGA group

Peter Neufert und Ludwig Neff (Bratislava, 2005), Dobry projekt – Spravna stavba, Verlag JAGA group

Peter Tatarko, (Bratislava 2008), Ocelove a drevene konstrukcie I., Verlag STU Bratislava

Zuzana Sternova und Kollektiv, (Bratislava 2006), Atlas tepelnych mostov, Verlag JAGA group

Marian Mikulas, Jozef Olah, Dana Mikulasova, (Bratislava 2006), Kreslenie stavebnych konstrukcii, Verlag JAGA group

Jozef Olah, Marian Mikulas, Dana Mikulasova, (Bratislava 2002), Sikme stretchy, Verlag JAGA group

Josef Kolb (Prag 2008), Drevostavby, Verlag Grada Publishing a.s.

Dietrich Neumann, Ulrich Weinbrenner, Ulf Hestermann, Ludwig Rongen, (Bratislava 2005), Stavebne konstrukcie I., Verlag JAGA group

Dietrich Neumann, Ulrich Weinbrenner, Ulf Hestermann, Ludwig Rongen, (Bratislava 2005), Stavebne konstrukcie II., Verlag JAGA group

Dusan Petras und Kollektiv, (Bratislava 2009), Obnovitelne zdroje energie pre nizkoteplotne systemy, Verlag JAGA group

Eugen Rónay, Jaroslav Dejmal, (1991) Lesna tazba . Bratislava : Príroda, 1991. 356 s. - ISBN 80-07-00432-7

Jozef Kriš , (2006 ), 120 rokov bratislavskej vodárne 1886 - 2006 ISBN 80-969503-0-4

### **Internetverzeichnis**

<http://www.u-wert.net>

<http://www.forestportal.sk>

<http://web.vucke.sk/sk/>

<http://www.binderholz.com>

<http://www.holzbauforschung.at>

<http://www.umweltschutz-bw.de>

<http://www.proholz-kaernten.at>

<http://www.dataholz.com>

<http://www.borovie.szm.com>

<http://www.statictools.eu>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Holzindustrie	Katarina Kuvikova
Abbildung 2	Gebiete Der Waldflächen Heutiger Bewaldungsgrad	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 3	europäischer Länder Die Artenzusammensetzung	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 4	der Wälder	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 5	Geografische Übersicht	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 6	Historische Entwicklung	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 7	Bezirk Kosice	<a href="http://web.vucke.sk/sk/">http://web.vucke.sk/sk/</a>
Abbildung 8	Waldbewirtschaftung in der Subregion	<a href="http://www.ingtours.com/img/map_cr/102.gif">http://www.ingtours.com/img/map_cr/102.gif</a>
Abbildung 9	Holzabbau in den Regionen	<a href="http://www.forestportal.sk">www.forestportal.sk</a>
Abbildung 10	Ökologische Bilanz der Holzprodukte	<a href="http://www.binderholz.com/typo3temp/pics/4d01a37762.jpg">http://www.binderholz.com/typo3temp/pics/4d01a37762.jpg</a>
Abbildung 11	Photosynthese	<a href="http://www.binderholz.com/typo3temp/pics/90fefe792b.jpg">http://www.binderholz.com/typo3temp/pics/90fefe792b.jpg</a>
Abbildung 12	Energiepotenzial von einem Baum	Katarina Kuvikova
Abbildung 13	Wachstum und Entnahme	<a href="http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf">http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf</a>
Abbildung 14	Energiebilanz von Holzprodukten	<a href="http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf">http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf</a>
Abbildung 15	Kreislauf des Holzes	<a href="http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf">http://www.proholz-kaernten.at/fileadmin/user_upload/infomaterial/klimaschutz.pdf</a>

Abbildung 16	Holz als Baustoff	<a href="http://www.google.sk/imgres?imgurl=http://www.akadienhomes.de/uploads/pics/warum_holzhaus.jpg">http://www.google.sk/imgres?imgurl=http://www.akadienhomes.de/uploads/pics/warum_holzhaus.jpg</a>
Abbildung 17	Vorgefertigte Holzpaneele	Katarina Kuvikova
Abbildung 18	Verarbeitung von Holz	<a href="http://de.123rf.com/photo_4720646_carpentry-flugzeug-auf-werkbank-mit-holzspanen.html">http://de.123rf.com/photo_4720646_carpentry-flugzeug-auf-werkbank-mit-holzspanen.html</a>
Abbildung 19	Massivholz	<a href="http://img.archiexpo.de/images_ae/photo-g/moderner-couchtisch-aus-massivholz-4275-1998171.jpg">http://img.archiexpo.de/images_ae/photo-g/moderner-couchtisch-aus-massivholz-4275-1998171.jpg</a>
Abbildung 20	Schnittholz	<a href="http://www.krippeit.de/gebr-krippeit-gmbh/holzhandlung/img/schnittholz.jpg">http://www.krippeit.de/gebr-krippeit-gmbh/holzhandlung/img/schnittholz.jpg</a>
Abbildung 21	Holzqualität	<a href="http://www6.fh-egerswalde.de/hote/lehrgebiete/forstnutzung/KiBrJahrr01.jpg">http://www6.fh-egerswalde.de/hote/lehrgebiete/forstnutzung/KiBrJahrr01.jpg</a>
Abbildung 22	Brettschichtholz Stammbaum der	<a href="http://www.holzbauforschung.at/uploads/pics/Brettsperrholz_01.jpg">http://www.holzbauforschung.at/uploads/pics/Brettsperrholz_01.jpg</a>
Abbildung 23	Holzwerkstoffe	<a href="http://www.vhi.de/img/upload/VHI_Holzwerkstoffe/stammbaum.jpg">http://www.vhi.de/img/upload/VHI_Holzwerkstoffe/stammbaum.jpg</a>
Abbildung 24	Furniersperrholz	<a href="http://www.umweltschutz-bw.de/images/Schreiner/Materialien/sperrholz_bfu.jpg">http://www.umweltschutz-bw.de/images/Schreiner/Materialien/sperrholz_bfu.jpg</a>
Abbildung 25	Furnierschichtholz	<a href="http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/holzbau/plattenwerkstoffe_holzbau/KERTO_Q_Metsawood_Kopie.jpg">http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/holzbau/plattenwerkstoffe_holzbau/KERTO_Q_Metsawood_Kopie.jpg</a>
Abbildung 26	Furnierstreifenholz	<a href="http://images.musterkiste.de/1801-furnierstreifenholz.jpg">http://images.musterkiste.de/1801-furnierstreifenholz.jpg</a>
Abbildung 27	Biegesperrholz	<a href="http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/plattenwerkstoffe/sperrholz/WONNEMANN_Biegesperrholz.jpg">http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/plattenwerkstoffe/sperrholz/WONNEMANN_Biegesperrholz.jpg</a>
Abbildung 28	Spanplatten	<a href="http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/plattenwerkstoffe/spanplatten/Rohspanplatten.jpg">http://www.holztusche.de/fileadmin/user_upload/bilder/produkte/plattenwerkstoffe/spanplatten/Rohspanplatten.jpg</a>
Abbildung 29	Hartfaserplatten MDF Mitteldichte	<a href="http://www.homanit.de/_thumbs_/435_2_Hartfaserplatten.jpg">http://www.homanit.de/_thumbs_/435_2_Hartfaserplatten.jpg</a>
Abbildung 30	Faserplatte	<a href="http://www.verkleidungsplatten.de/fileadmin/user_upload/Produktbilder/MDF-roh.jpg">http://www.verkleidungsplatten.de/fileadmin/user_upload/Produktbilder/MDF-roh.jpg</a>
Abbildung 31	Weichfaserplatte	<a href="http://eg-holzhaus.de/data/bilder_uebernommen_alte_page/abc/weichfaserplatte.jpg">http://eg-holzhaus.de/data/bilder_uebernommen_alte_page/abc/weichfaserplatte.jpg</a>
Abbildung 32	Spanplatten zementgebunden	<a href="http://www.dataholz.com/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=Spanplatte-Zementgebunden&amp;language=de">http://www.dataholz.com/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=Spanplatte-Zementgebunden&amp;language=de</a> <a href="#">age=de</a>
Abbildung 33	Darstellung der Schnittrichtungen	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz

Abbildung 34	Hirnschnitte von Holz	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 35	Abhängigkeit der Rohdichte von der Holzfeuchte	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 36	Holzfeuchte	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 37	Die relative Luftfeuchtigkeit	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 38	Entfernung von Wasser aus den Zellen des Holzes	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 39	Freilufttrocknung	Katarina Kuvikova
Abbildung 40	Frischluft-/ Ablufttrocknung	<a href="http://www.holzwurm-page.de/files/images/trocken1.jpg">http://www.holzwurm-page.de/files/images/trocken1.jpg</a>
Abbildung 41	Darstellung verschiedener Rißarten	Trübswetter, Thomas (7.September, 2006). Holz Trocknung Verfahren zur Trocknung von Schnittholz
Abbildung 42	Schnittholzstapelung	<a href="http://us.cdn2.123rf.com/168nwm/tuulum/tuulum0905/tuulum090500019/4801020-piles-kiefer-bretter-gestapelt-zum-trocknen.jpg">http://us.cdn2.123rf.com/168nwm/tuulum/tuulum0905/tuulum090500019/4801020-piles-kiefer-bretter-gestapelt-zum-trocknen.jpg</a>

Abbildung 43	Schnittholzstapel	<a href="http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198">http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198.</a>
Abbildung 44	Blockstapel	<a href="http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198">http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198.</a>
Abbildung 45	Kastenstapel	<a href="http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198">http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198.</a>
Abbildung 46	Kreuzstapel	<a href="http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198">http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198.</a>
Abbildung 47	Rohfriesenstapelung flach und aufrecht mit Latten	<a href="http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198">http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&amp;docid=839074&amp;conid=521198.</a>
Abbildung 48	Der Tagesablauf der Luftzirkulation im Lager Schema einer Verteilung	Katarina Kuvikova
Abbildung 49	von Gruppen und Abteilungen	Katarina Kuvikova <a href="http://www.borovie.szm.com/dat/Poloha/Jasnie-Slovensko-ukazovatel.jpg">http://www.borovie.szm.com/dat/Poloha/Jasnie-Slovensko-ukazovatel.jpg</a>
Abbildung 50	Aufstellung von Holzstapeln	Katarina Kuvikova
Abbildung 51	Was mit altem Gebäude	das Buch Detail Green
Abbildung 52	die Idee „Was damit“	das Buch Detail Green
Abbildung 53	das alte Wasser Südansicht	Foto von Katarina Kuvikova Abruf: Oktober 2012
Abbildung 54	das alte Wasserwerk Nordansicht	Foto von Katarina Kuvikova Abruf: Oktober 2012
Abbildung 55	das alte Wasserwerk Nordansicht	Foto von Katarina Kuvikova Abruf: Oktober 2012
Abbildung 56	Landkrate Slowakei des Standorts	<a href="http://www.borovie.szm.com/dat/Poloha/Jasnie-Slovensko-ukazovatel.jpg">http://www.borovie.szm.com/dat/Poloha/Jasnie-Slovensko-ukazovatel.jpg</a>
Abbildung 57	Ort Smizany	<a href="http://www.google.sk/imgres?imgurl=http://novy.ziar.sk/download/zh_poloha.jpg">http://www.google.sk/imgres?imgurl=http://novy.ziar.sk/download/zh_poloha.jpg</a>
Abbildung 58	Stadt Smizany Landkarte	<a href="https://www.google.sk/search?q=smizany&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:sk:">https://www.google.sk/search?q=smizany&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:sk:</a>
Abbildung 59	Foto 1 Wasserwerk	120 rokov bratislavskej vodárne 1886 - 2006 / Autor: Jozef Kriš ISBN 80-969503-0-4
Abbildung 60	Detail von Filteranlagen	120 rokov bratislavskej vodárne 1886 - 2006 / Autor: Jozef Kriš ISBN 80-969503-0-4
Abbildung 61	Ionisierende Einheit	120 rokov bratislavskej vodárne 1886 - 2006 / Autor: Jozef Kriš ISBN 80-969503-0-4

Abbildung 62	Grundriss 2.OG	ursprüngliche Pläne
Abbildung 63	Grundriss 1.OG	ursprüngliche Pläne
Abbildung 64	Grundriss EG	ursprüngliche Pläne
Abbildung 65	Schnitt A-A' und B-B'	ursprüngliche Pläne
Abbildung 66	Ansicht Südwest und Ansicht Nordost	ursprüngliche Pläne
Abbildung 67	Ansicht Südost und Nordwest	ursprüngliche Pläne
Abbildung 68	Konstruktion im Bestand	Katarina Kuvikova
Abbildung 69	Lageplan 1	Katarina Kuvikova
Abbildung 70	Lageplan 2	Katarina Kuvikova
Abbildung 71	Grundriss EG	Katarina Kuvikova
Abbildung 72	Grundriss 1.OG	Katarina Kuvikova
Abbildung 73	Grundriss 2.OG	Katarina Kuvikova
Abbildung 74	Raumaufteilung	Katarina Kuvikova
Abbildung 75	Protokollierungsmethoden	Lesna tazba Eugen Rónay, Jaroslav Dejmál. Bratislava : Príroda, 1991. 356 s. - ISBN 80-07-00432-7
Abbildung 76	das Sägewerk	Zuzana Skopcova
Abbildung 77	Stapel	Katarina Kuvikova
Abbildung 78	Verschiebung mittels Kran	Zuzana Skopcova
Abbildung 79	Auflieferung und Verarbeitung	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova
Abbildung 80	der Weg in die Lagerhalle	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova
Abbildung 81	Verteilung der Stapel	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova
Abbildung 82	Vorbereitung und Regulierung	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova
Abbildung 83	Verteilung der Luftströmung in den Stapel	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova
Abbildung 84	Vorbereitung und	Zuzana Skopcova und Katarina Kuvikova

## Regulierung

Abbildung 85	Grundriss Verwaltung	Katarina Kuvikova
Abbildung 86	Grundriss Restaurant	Katarina Kuvikova
Abbildung 87	Grundriss Seminarräume	Katarina Kuvikova
Abbildung 88	Grundriss Ausstellung	Katarina Kuvikova
Abbildung 89	Ausgangsform	Internet
Abbildung 90	Perspektivische Treppendraufsicht	Katarina Kuvikova
Abbildung 91	Ansicht Treppe	Katarina Kuvikova
Anlage Abbildung 1	Spannweite	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 2	Auszeichnung der Parabel	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 3	Länge $s_i$	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 4	Querschnitt im "0" und "1" Punkt vom Mast	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 5	Ausgezeichnete Höhen Kraftwirkung am Rand des	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 6	Teilschnittes und in der Mitte	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 7	Kraftwirkung am Rand des Teilschnittes und in der Mitte	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 8	Wirkung der Querkraft im jeden Punkt	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 9	Skulptur	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 10	Verbindung vom Brettschichtholz Verbindung vom	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 11	Brettschichtholz zwischen einzelnen Bretter	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 12	Tragsystem	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 13	Lastfall Eigengewicht	Zuzana Skopcova

Anlage Abbildung 14	Lastfall mit Reaktionen	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 15	Lasten	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 16	Detailsansicht 1	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 17	Detailansicht 2	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 18	Perspektive	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 19	Explosionszeichnung des Details - Anschluss	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 20	Explosionszeichnung der ganzen Skulptur	Zuzana Skopcova
Anlage Abbildung 21	Explosionszeichnung der ganzen Skulptur in der Perspektive	Zuzana Skopcova
Abbildung 92	die Verwaltung	Katarina Kuvikova
Abbildung 93	die Seminarräume	Katarina Kuvikova
Abbildung 94	das Restaurant	Katarina Kuvikova
Abbildung 95	das Restaurant	Katarina Kuvikova
Abbildung 96	der Aussichtspunkt Wandkühlung /	Katarina Kuvikova
Abbildung 97	Wandheizung in der Gispkartonplatte	<a href="http://www.aquatherm-pipesystems.com/103.0.html">http://www.aquatherm-pipesystems.com/103.0.html</a>
Abbildung 98	Thermoaktive Bauteilsysteme	<a href="http://www.immosolar.com/en/systems-a-products/thermoactive-systems">http://www.immosolar.com/en/systems-a-products/thermoactive-systems</a>
Abbildung 99	Aufbau des Fensters	<a href="https://www.google.sk/search?q=aufbau+des+fensters&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:sk">https://www.google.sk/search?q=aufbau+des+fensters&amp;oe=utf-8&amp;aq=t&amp;rls=org.mozilla:sk</a>
Abbildung 100	Restaurant Grundriss	Katarina Kuvikova
Abbildung 101	Restaurant Grundriss	Katarina Kuvikova
Abbildung 102	Empfangsbereich	Katarina Kuvikova

Abbildung 103	Empfangsbereich	Katarina Kuvikova
Abbildung 104	Nordwest-Ansicht	Katarina Kuvikova
Abbildung 105	Südwest-Ansicht	Katarina Kuvikova
Abbildung 106	Süd-Ansicht	Katarina Kuvikova

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Wälder und Waldbesitz in der Slowakei	Katarina Kuvikova
Tabelle 2	Änderungen der Struktur des Waldbesitzes in der Slowakei (%)	Katarina Kuvikova
Tabelle 3	Entwicklung der Waldflächen in der Slowakei	Katarina Kuvikova
Tabelle 4	Beschreibung der Entwicklung	Katarina Kuvikova
Tabelle 5	Vergleich der Waldfläche ausgewählten Ländern in %	Katarina Kuvikova
Tabelle 6	Vegetationszonen	Katarina Kuvikova
Tabelle 7	Vegetationszonen	Katarina Kuvikova
Tabelle 8	Artenzusammensetzung	Katarina Kuvikova
Tabelle 9	Unternehmen - Sägewerk	Katarina Kuvikova
Tabelle 10	Unternehmen - Zellstoff und Papierindustrie	Katarina Kuvikova
Tabelle 11	Unternehmen - Möbelproduktion	Katarina Kuvikova
Tabelle 12	Die Intensität der Protokollierung in der Slowakei	Katarina Kuvikova

Tabelle 13	Waldbewirtschaftung in den Regionen	Katarina Kuvikova
Tabelle 14	Waldflächen im Bezirk Košice	Katarina Kuvikova
Tabelle 15	Material im Vergleich mit grauer Energie	Katarina Kuvikova
Tabelle 16	Material	Katarina Kuvikova
Tabelle 17	Gebrauchsfeuchte und Trocknungsziel	Katarina Kuvikova
Tabelle 18	Abstände der Stapelleisten	Katarina Kuvikova
Tabelle 19	Verlauf von $t, \varphi, w$ im Laufe des Jahres	Katarina Kuvikova
Tabelle 20	Einzelne Punkte	Katarina Kuvikova und Zuzana Skopcova
Tabelle 21	Funktionen	Katarina Kuvikova
Tabelle 22	das architektonische Konzept	Katarina Kuvikova
Tabelle 23	Infrastruktur	Katarina Kuvikova
Tabelle 24	Protokollierung	Katarina Kuvikova
Tabelle 25	Nadelbäume	Katarina Kuvikova
Tabelle 26	Vortrocknung im Aussenbereich	Katarina Kuvikova
Tabelle 27	Funktionsschema Verwaltung	Katarina Kuvikova
Tabelle 28	Funktionsschema Ausstellung	Katarina Kuvikova
Tabelle 29	Funktionsschema Seminarräume	Katarina Kuvikova
Tabelle 30	Funktionsschema	Katarina Kuvikova

	Restaurant	
Tabelle 31	das Konzept der neuen Konstruktionen	Zuzana Skopcova
Anlage Tabellen	Heizwärmebedarf	Zuzana Skopcova
Anlage Tabellen	Sommertauglichkeit	Zuzana Skopcova

## SCHLUSSBEMERKUNGEN

Eine Diplomarbeit zu schreiben, für welche Geschichte / Wirtschaft, die Revitalisierung und der eigene Entwurf eines alten Wasserwerks im slowakischen Paradies das Hauptthema sind, bedeutet gleichzeitig auch die Geschichte/Wirtschaft und die Umstände des Landes zu beschreiben, in dem sich dieses Wasserwerk erhebt. Das führt direkt in einen Jahrzehnte langen Prozess, in dem es verschiedene Entwicklungen in allen möglichen Bereichen des Lebens, den sozialen, wirtschaftlichen, politischen und ökonomischem, gab. Vertieft man sich hier nicht in Einzelheiten und betrachtet alles rational, ergibt sich die Hauptfrage, die seit Jahrhunderten von Machthabern und einfachen Menschen gestellt wird und immer noch aktuell ist: Wer hat das Recht, in diesen Gebieten zu leben und dafür Entscheidungen zu treffen? Die Antwort des Verfassers lautet: die Menschen! Mit dem Wort „Menschen“ sind vor allem jene Individuen gemeint, deren Hauptlebensziel der Respekt für die menschliche Natur und das menschliche Wesen ist, und diejenigen, welche Werte wie Freiheit, Gewissen und Loyalität in den Vordergrund ihrer Lebensmission stellen. Zu behaupten, wer war zuerst da oder wer hat das Recht, für andere Menschen zu entscheiden, ist eine Einstellung, die von Anfang an zum Scheitern verurteilt war. Dies hat die Geschichte schon oft bestätigt. Letztendlich sollte allen klar bewusst sein, dass wir einen gemeinsamen Ursprung haben und uns von extremen nationalen Gefühlen entfernen müssen, wenngleich jeder von uns seine Heimat liebt. So machen wir einen wichtigen Schritt hin zu einem Wendepunkt in der Geschichte, damit die künftigen Generationen eine sichere Zukunft haben werden. Aus diesen genannten Gründen war es dem Verfasser der vorliegenden Diplomarbeit wichtig, diese Prozesse zu analysieren, um eine gerechtfertigte Begründung dafür zu finden, warum das natürlichen Quellen, hier im Speziellen das Slowakische Paradies, respektiert werden sollte und welche Richtung dieses Wissen zukünftig einschlagen muss. Auch auf die am Anfang der Arbeit gestellten wissenschaftlichen Fragen wurden sicherlich adäquate Antworten gefunden, und jeder Teil wurde in sich als Ganzes behandelt. Weitere Themen, die noch angesprochen wurden, sind zum Beispiel die Fragen, welche logistische, technische und wirtschaftliche Analyse in dem Entwurf eine Rolle spielte, oder auch in welchen Phasen dieses Gebäude im slowakischen Paradies zukünftig entwickelt werden soll. Und natürlich die Frage: Welche sind die Vorteile für die Stadt und das revitalisierende Gebäude? Ein großer Beitrag in dieser Diplomarbeit sind einige Abbildungen, die bis jetzt noch nie in irgendeiner Form veröffentlicht wurden und hier zum ersten Mal vorgestellt werden. Für die Zukunft besteht die Aufgabe darin, das Projekt durch die Medien öffentlich zu machen, und um das Interesse daran anzuregen und die Diskussionen darüber zu befördern. Wichtig wären hier auch Gespräche mit Entscheidungsträgern, wie Politikern, Investoren und Organisationen sowie die Generierung finanzieller Mittel, um auch das materielle Interesse beider Lager, der staatlichen Institutionen und möglicher privater Investoren, für den Ort Smizany, Masa in der Slowakei zu wecken.

## Der Anhang:

- Lageplan M 1:500
- Grundrisse M 1:200
- Schnitte M 1:200
- Ansichten
- Details M 1:5, M1:20
- Die Konstruktion der Skulpturen– Statische Berechnung (Mast)
- Heizwärmebedarf- Berechnung
- Sommertauglichkeit Eingangsbereich

